Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale" n. 288 del 10 dicembre 1994 - Serie generale

Spedizione in abbonamento postale (50%) - Roma

GAZZETTA UFFICIALE

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA **Roma - Sabato, 10 dicembre 1994** SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DI GRAZIA E GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA 70 - 00100 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI 10 - 00100 ROMA - CENTRALINO 85081

N. 156

MINISTERO DELLA SANITÀ

DECRETO MINISTERIALE 29 luglio 1994.

Attuazione delle direttive CEE numeri 89/677, 91/173, 91/338 e 91/339 recanti, rispettivamente, l'ottava, la nona, la decima e l'undicesima modifica della direttiva CEE n. 76/769 per il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri relative alle restrizioni in materia di immissione sul mercato e di uso di talune sostanze e preparati pericolosi, ai sensi dell'art. 27 della legge 22 febbraio 1994, n. 146.

DECRETO MINISTERIALE 5 settembre 1994.

Elenco delle industrie insalubri di cui all'art. 216 del testo unico delle leggi sanitarie.

DECRETO MINISTERIALE 6 settembre 1994.

Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto.

SOMMARIO

MINISTERO DELLA SANITÀ

DECRETI, DELIBERE E ORDINANZE MINISTERIALI

MINISTERO DELLA SANITÀ

DECRETO 29 luglio 1994

Attuazione delle direttive CEE numeri 89/677, 91/173, 91/338 e 91/339 recanti, rispettivamente, l'ottava, la nona, la decima e l'undicesima modifica della direttiva CEE n. 76/769 per il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri relative alle restrizioni in materia di immissione sul mercato e di uso di talune sostanze e preparati pericolosi, ai sensi dell'art. 27 della legge 22 febbraio 1994, n. 146.

IL MINISTRO DELLA SANITÀ

Visto il decreto del Presidente della Repubblica 10 settembre 1982, n. 904, concernente attuazione della direttiva CEE n. 76/769 relativa alla immissione sul mercato ed all'uso di talune sostanze e preparati pericolosi;

Visto l'art. 27 della legge 22 febbraio 1994, n. 146, che ha introdotto, nel citato decreto presidenziale n. 904/1982, l'art. 1-*bis*;

Visto il decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 215, recante attuazione delle direttive CEE numeri 83/478 e 85/610, modificative della citata direttiva CEE n. 76/769 in materia di amianto;

Visto il decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 216, recante attuazione della direttiva CEE n. 85/467, modificativa della citata direttiva CEE n. 76/769 in materia di policlorobifenili (PCB) e policlorotrifenili (PCF);

Viste le direttive CEE, modificative della citata direttiva CEE n. 76/769, numeri 89/677, 89/678, 91/173, 91/338 e 91/339;

Considerato che la direttiva CEE n. 89/678 non necessita di attuazione in quanto concerne il procedimento comunitario per l'adeguamento al progresso tecnico;

Ritenuto che, in conformità delle citate direttive CEE numeri 89/677, 91/173, 91/338 e 91/339, occorre apportare modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 10 settembre 1982, n. 904 e al decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 216;

Decreta:

Art. 1.

1. Nell'allegato al decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 216, punto 1. Divieti, il valore «0,01%» è sostituito dal seguente: «0,005%».

Art. 2.

1. L'allegato al decreto del Presidente della Repubblica 10 settembre 1982, n. 904, già sostituito dall'allegato al decreto ministeriale 9 febbraio 1984, pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana n. 153 del 5 giugno 1984, è sostituito dall'allegato al presente decreto.

Art. 3.

1. E' concesso un termine di mesi sei dalla data di entrata in vigore del presente decreto per lo smaltimento delle sostanze e dei preparati, già immessi sul mercato, non conformi alle disposizioni del presente decreto.

Roma, 29 luglio 1994

Il Ministro: COSTA

Registrato alla Corte dei conti il 7 novembre 1994
Registro n. 1 Sanità, foglio n. 306

ALLEGATO

Denominazione della sostanza dei gruppi di sostanze o di preparati	Restrizioni
1. Cloro-1-etilene (cloruro di vinile) monomero CAS n. 75-01-4 (Chemical Abstract Service Number)	Non è ammesso come agente propulsore degli aerosol, qualunque sia l'impiego.
2. Sostanze o preparati liquidi considerati pericolosi ai sensi delle definizioni dell'articolo 2, paragrafo 2, e dei criteri che figurano nell'allegato VI, parte II D della direttiva 67/548/CEE del Consiglio, del 27 giugno 1967, concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e alla etichettatura delle sostanze pericolose così come recepita dalla legge 29 maggio 1974, n. 256 e successive modificazioni ed integrazioni.	Non sono ammessi: - in oggetti di decorazione destinati a produrre effetti luminosi o di colore ottenuti in fasi differenti, in particolare in lampade d'atmosfera e portacenere; - in scherzi; - in giochi per uno o più partecipanti o in qualsiasi oggetto destinato ad essere utilizzato a questo scopo, anche con aspetti decorativi.

Denominazione della sostanza dei gruppi di sostanze o di preparati	Restrizioni
3. Fosfato di tri (2, 3-dibromopropile) CAS n. 126-72-7 (Chemical Abstract Service Number)	Non è ammesso per il trattamento degli articoli tessili, in particolare le sottovesti e gli articoli di biancheria destinati a venire in contatto con la pelle.
4. Benzene CAS n. 71-43-2 (Chemical Abstract Service Number)	Non è ammesso nei giocattoli o parti di giocattoli immessi sul mercato laddove la concentrazione di benzene libero è superiore a 5 mg/Kg del peso del giocattolo o di una parte di giocattolo. Non è ammesso in concentrazione pari o superiore allo 0,1% della massa in sostanze e preparati immessi sul mercato. A titolo di deroga, questa disposizione non è applicabile: *a*) ai carburanti contemplati dalla direttiva 85/210/CEE così come recepita dal D.M. 28 maggio 1988, n. 214, e successive integrazioni; *b*) alle sostanze e ai preparati destinati ad essere adoperati in processi industriali che non permettono la emissione di benzene in quantità superiori alle prescrizioni delle norme vigenti; *c*) ai residui oggetto delle direttive 75/442/CEE e 78/319/CEE così come recepite dal D.P.R. 10 settembre 1982, n. 915, e successive modificazioni ed integrazioni.
5. Ossido di trisaziridinilfosfina CAS n. 5455-55-1 (Chemical Abstract Service Number) 6. Difenile polibromurato (PBB) CAS n. 59536-65-1 (Chemical Abstract Service Number)	Non sono ammessi negli articoli tessili destinati a venire in contatto con la pelle, ad esempio gli oggetti di vestiario, le sottovesti e gli articoli di biancheria.
7. Polvere di Panama (Quillaja saponaria) e i suoi derivati contenenti saponine Polvere di radice di Helleborus viridis e di Helleborus niger Polvere di radice di Veratrum album e di Veratrum nigrum Benzidina e/o suoi derivati o-nitrobenzaldeide CAS n. 552-89-6 (Chemical Abstract Service Number) Polvere di legno 8. Solfuro e bisolfuro di ammonio CAS n. 12135-76-1 CAS n. 12124-99-1 (Chemical Abstract Service Number) Polisolfuri di ammonio CAS n. 12259-92-6 (Chemical Abstract Service Number) 9. Gli esteri volatili dell'acido bromoacetico: Bromoacetato: di metile CAS n. 96-32-2 (Chemical Abstract Service Number) di etile CAS n. 105-36-2 (Chemical Abstract Service Number) di propile CAS n. 35223-80-4 (Chemical Abstract Service Number) di butile CAS n. 18991-98-5 (Chemical Abstract Service Number)	Non sono ammessi negli oggetti che servono a fare scherzi o che sono destinati ad essere utilizzati in quanto tali, ad esempio come costitutivi della polvere per starnutire e di fiale puzzolenti

Denominazione della sostanza dei gruppi di sostanze o di preparati	Restrizioni
10. 2 naftilammina CAS n. 91-59-8 e i suoi sali 11 Benzidina CAS n. 92-87-5 e i suoi sali 12. 4-nitrobifenile CAS n. 92-93-3 13. 4-amminobifenile CAS n. 92-67-1 e suoi sali	Non sono ammessi in concentrazione pari o superiore allo 0,1% della massa in sostanze e preparati immessi sul mercato. A titolo di deroga, questa disposizione non è applicabile ai rifiuti contenenti una o più di queste sostanze e che formano oggetto delle direttive 75/442/CEE e 788/319/CEE così come recepite dal D.P.R. 10 settembre 1982, n. 915, e successive modificazioni ed integrazioni. Queste sostanze e questi preparati non possono essere venduti al dettaglio al pubblico. Salva l'applicazione di altre disposizioni in materia di classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze e dei preparati pericolosi, sull'imballaggio di tali preparati deve figurare in maniera chiara e indelebile la dicitura seguente: «Riservato ad utilizzatori professionali».
14. Carbonati di piombo: - carbonato anidroneutro Pb CO_3 CAS n. 598-63-0 - idrocarbonato di piombo 2 Pb CO_3 Pb $(OH)_2$ CAS n. 1319-46-6 15. Solfati di piombo Pb SO_4 (1:1) CAS N. 7446-14-2 Pb SO_4 CAS n. 15739-80-7	Non sono ammessi come sostanze e componenti di preparati destinati a essere usati come vernici, fatta eccezione per il restauro e la manutenzione di opere d'arte e di edifici storici e dei loro interni, purché usati conformemente alle disposizioni della convenzione dell'OIL n. 13 sull'uso della biacca di piombo nelle vernici.
16. Composti del mercurio	Non sono ammessi come sostanze e componenti di preparati destinati ad essere utilizzati per: *a)* impedire l'incrostazione di microrganismi, piante o animali su: - carene di imbarcazioni; - gabbie, galleggianti, reti e qualsiasi altra apparecchiatura o impianto utilizzato in piscicoltura e molluschicoltura; - qualsiasi apparecchiatura o impianto totalmente o parzialmente immerso; *b)* la protezione del legno; *c)* l'impregnazione di tessuti spessi per uso industriale e dei filati usati per la loro fabbricazione; *d)* il trattamento delle acque per uso industriale, a prescindere dalla loro utilizzazione.
17. Componenti dell'arsenico	1. Non sono ammessi come sostanze e componenti di preparati destinati ad essere utilizzati: *a)* per impedire l'incrostazione di microrganismi, piante o animali su: - carene di imbarcazioni; - gabbie, galleggianti, reti e qualsiasi altra apparecchiatura o impianto utilizzato in piscicoltura ed in molluschicoltura; - qualsiasi apparecchiatura o impianto totalmente o parzialmente sommerso; *b)* nella protezione del legno. Non sono oggetto del presente divieto le soluzioni di sali inorganici del tipo RCA (rame, cromo, arsenico) utilizzati negli impianti industriali per l'impregnazione del legno sotto vuoto o sotto pressione. È altresì ammesso l'uso di preparati DFA (dinitrofenolo, fluoruro, arsenico) per il ritrattamento in situ dei pali di legno già installati delle linee aeree. Tali preparati devono essere messi in opera sotto pressione da utilizzatori professionali. 2. Non sono ammessi come sostanze e componenti di preparati destinati ad essere utilizzati nel trattamento di acque per uso industriale, a prescindere dalla loro utilizzazione.
18. Composti organostannici	1. Non sono ammessi come sostanze e componenti di preparati destinati ad essere usati per impedire l'incrostazione di microrganismi, piante o animali su: *a)* carene di imbarcazioni di lunghezza fuori tutto quale definita dalla norma ISO 8666, inferiore a 25 metri; *b)* gabbie, galleggianti, reti e qualsiasi altra apparecchiatura o impianto utilizzato in piscicoltura e molluschicoltura; *c)* qualsiasi apparecchiatura o impianto totalmente o parzialmente sommerso. Tali sostanze e composti non possono: - essere immessi sul mercato se non in imballaggi con capacità pari o superiore a 20 litri; - essere venduti al dettaglio al pubblico, ma esclusivamente agli utilizzatori professionali. Salva l'applicazione di altre disposizioni comunitarie in materia di classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze e dei preparati pericolosi, sull'imballaggio di tali preparati devono figurare in maniera leggibile e indelebile le diciture seguenti: «Non utilizzare su battelli di lunghezza inferiore a 25 metri fuori tutto e su qualsiasi apparecchiatura e impianto utilizzati in piscicoltura e molluschicoltura» «Riservato ad utilizzatori professionali». 2. Non sono ammessi come sostanze e componenti di preparati destinati ad essere utilizzati nel trattamento di acque per uso industriale, indipendentemente dalla loro utilizzazione.

Denominazione della sostanza dei gruppi di sostanze o di preparati — Restrizioni

19. di-μ-ossi-di-n-butil-stannoidrossiborano (C_8 H_{19} BO_3 Sn CAS n. 75113-37-0) (DBB)

Non è ammesso in concentrazione pari o superiore a 0,1% nelle sostanze e composti di preparati immessi sul mercato. A titolo di deroga, questa disposizione non è applicabile alla sostanza (DBB) e ai preparati che la contengono e che sono destinati a essere trasformati esclusivamente in prodotti finiti, ove questa sostanza non figura più in una concentrazione pari o superiore a 0,1%.

20. Pentaclorofenolo (CAS n. 87-86-5) e suoi sali e esteri

Non sono ammessi in concentrazione pari o superiore allo 0,1% in massa nelle sostanze e nei preparati immessi sul mercato.

In deroga a quanto precede, la suddetta disposizione non si applica alle sostanze e ai preparati destinati ad essere utilizzati negli impianti industriali che non consentono l'emissione e/o lo scarico di pentaclorofenolo (PCF) in quantità superiore a quella prescritta dalle vigenti norme:

a) per il trattamento del legno.

Tuttavia il legno trattato non può essere utilizzato:

- all'interno degli edifici per scopi decorativi o meno, indipendentemente dalla loro destinazione (abitazione, lavoro, tempo libero);
- per la fabbricazione di contenitori destinati a colture agricole e per il loro eventuale ritrattamento e per la fabbricazione di imballaggi che possano entrare in contatto con prodotti greggi, intermedi e/o finiti destinati all'alimentazione umana e/o animale e per il loro eventuale ritrattamento o di altri materiali che possano contaminare questi prodotti;

b) per l'impregnazione di tessuti pesanti e di fibre comunque non destinati all'abbigliamento o a scopi decorativi;

c) come agente di sintesi e/o di trasformazione in processi industriali.

Il Ministero della sanità può altresì autorizzare caso per caso, sul territorio nazionale, professionisti specializzati ad eseguire *in situ*, per edifici facenti parte del patrimonio culturale, artistico e storico, ovvero in casi urgenti, il trattamento curativo delle strutture e delle opere murarie attaccate dal «dry rot fungus» (serpula lacrymans), e «cubic rot fungi».

In ogni caso

a) il pentaclorofenolo utilizzato in quanto tale o come componente di preparati impiegati nell'ambito delle suddette regole deve avere un tenore totale di esaclorodibenzoparadiossina (H_6CDD) inferiore a 4 parti per milione (ppm);

b) tali sostanze e preparati:
- possono essere immessi sul mercato solo in imballaggi di capacità pari o superiore a 20 litri;
- non possono essere venduti al pubblico.

Fatta salva l'applicazione di altre disposizioni in materia di classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze e dei preparati pericolosi, l'imballaggio di tali preparati dovrà recare in modo leggibile e indelebile la dicitura:
«Riservato agli utilizzatori industriali e professionali».

Inoltre, la presente disposizione non si applica ai rifiuti oggetto delle direttive 75/442/CEE e 78/319/CEE così come recepite dal D.P.R. 10 settembre 1982, n. 915, e successive modificazioni ed integrazioni.

21. Cadmio (CAS n. 7440-43-9) e suoi composti

1.1 Non sono ammessi per colorare i prodotti finiti fabbricati partendo dalle sostanze e dai preparati elencati qui di seguito (1):

- cloruro di polivinile (PVC) [3904 10] [3904 21] [3904 22]
- poliuretano (PUR) [3909 50]
- polietilene a bassa densità, ad eccezione di quello impiegato per la produzione di mescole madri colorate [3901 10]
- acetato di cellulosa (CA) [3912 11] [3912 12]
- acetobutirrato di cellulosa (CAB) [3912 11] [3912 12]
- resine epossidiche [3907 30]

Comunque, qualunque sia la loro utilizzazione o destinazione finale, è vietata l'immissione sul mercato dei prodotti finiti o dei componenti dei prodotti fabbricati partendo dalle sostanze e dai preparati sopra elencati, colorati con cadmio, se il tenore di cadmio (espresso in Cd metallico) è superiore allo 0,01% in massa del materiale plastico.

1.2 Le disposizioni del punto 1.1 sono anche applicabili, a decorrere dal gennaio 1996:

a) ai prodotti finiti fabbricati partendo dalle sostanze e dai preparati che seguono (1):

- resina melammina - formaldeide (MF) [3909 20]
- resina d'urea - formaldeide (UF) [3909 10]
- poliesteri insaturi (UP) [3907 91]
- tereftalato di polietilene (PET) [3907 60]
- tereftalato di polibutilene (PBT)

Denominazione della sostanza dei gruppi di sostanze o di preparati	Restrizioni	
	- polistirene cristallo/standard	[3903 11] [3903 19]
	- metacrilato di metilacrilonitrile (AMMA)	
	- polietilene reticolato (VPE)	
	- polistirene antiurto	
	- polipropilene (PP)	[3902 10]
	b) alle pitture	[3208] [3209]

Tuttavia, se le pitture hanno un elevato tenore di zinco, le loro concentrazioni residue di cadmio devono essere le più basse possibili e comunque non superiori allo 0,1% in massa.

1.3 Tuttavia le disposizioni dei punti 1.1 e 1.2 non sono applicabili ai prodotti che devono essere colorati per motivi di sicurezza.

2.1 Non sono ammessi per stabilizzare i prodotti finiti elencati qui di seguito fabbricati partendo da polimeri e copolimeri del cloruro di vinile (1):

- materiali da imballaggio (sacchi, contenitori, bottiglie, coperchi)	[3923 29 10] [3920 41] [3920 42]
- articoli da ufficio e articoli scolastici	[3926 10]
- guarnizioni per mobili, carrozzerie e simili	[3926 30]
- vestiti ed accessori di abbigliamento (compresi i guanti)	[3926 20]
- rivestimenti di pavimenti e di muri	[3918 10]
- tessuti impregnati, spalmati, ricoperti o stratificati	[5903 10]
- cuoi sintetici	[4202]
- dischi (musica)	[8524 10]
- tubazioni e raccordi	[3917 23]

- porte girevoli («tipo saloon»)
- veicoli per il trasporto su strada (interno, esterno, carrozzeria)
- rivestimento di lamiere di acciaio destinate all'edilizia o all'industria
- guaine per cavi elettrici

Comunque, qualunque sia la loro utilizzazione o destinazione finale, è vietata l'immissione sul mercato dei prodotti finiti sopraelencati o dei componenti di tali prodotti, fabbricati a partire dai polimeri e copolimeri del cloruro di vinile stabilizzati con sostanze contenenti cadmio, se il tenore di cadmio (espresso in Cd metallico) è superiore allo 0,01% in massa del polimero.

2.2 Tuttavia le disposizioni del punto 2.1 non sono applicabili ai prodotti finiti che impiegano stabilizzanti a base di cadmio per motivi di sicurezza.

3. Ai sensi del presente decreto, per «trattamento di superficie al cadmio (cadmiatura)» si intende qualsiasi deposito o rivestimento di cadmio metallico su una superficie metallica.

3.1 Non sono ammessi per la cadmiatura i prodotti metallici o i loro componenti impiegati per le applicazioni nei settori seguenti:

a) nelle attrezzature e nelle macchine per (1):

- la produzione di alimenti	[8210] [8417 20] [8419 81] [8421 11] [8421 22] [8422] [8435] [8437] [8438] [8476 11]
- l'agricoltura	[8419 31] [8424 81] [8432] [8433] [8434] [8436]
- la refrigerazione e il congelamento	[8418]
- la tipografia e la stampa	[8440] [8442] [8443]

b) nelle attrezzature e nelle macchine per la produzione (1):

- degli accessori per la casa	[7321] [8421 12] [8450] [8509] [8516]

Denominazione della sostanza dei gruppi di sostanze o di preparati	Restrizioni
	- dell'arredamento [8465] [8466] [9401] [9402] [9403] [9404] - degli impianti sanitari [7324] - del riscaldamento centrale e del condizionamento d'aria [7322] [8403] [8404] [8415] Comunque, qualunque sia la loro utilizzazione o destinazione finale, è vietata l'immissione sul mercato dei prodotti finiti cadmiati o dei componenti di tali prodotti utilizzati nei settori/applicazioni elencati nelle precedenti lettere *a*) e *b*), nonché dei prodotti manufatti dei settori di cui alla lettera *b*). 3.2 Le disposizioni di cui al punto 3.1 sono anche applicabili a decorrere dal 30 giugno 1995 ai prodotti cadmiati o ai componenti di tali prodotti impiegati in settori/applicazioni di cui alle seguenti lettere *a*) e *b*) nonché ai prodotti manufatti dei settori di cui alla seguente lettera *b*): *a*) le apparecchiature e macchine per la fabbricazione (1): - della carta e del cartone [8419 32] [8439] [8441] - di prodotti tessili e dell'abbigliamento [8444]) [8445] [8447] [8448] [8449] [8451] [8452] *b*) le attrezzature e macchine per la produzione (1): - di apparecchiature di movimentazione industriale [8425] [8426] [8427] [8428] [8429] [8430] [8431] - dei veicoli stradali e agricoli [capitolo 87] - dei treni [capitolo 86] - delle navi [capitolo 89] 3.3 Tuttavia le disposizioni dei punti 3.1 e 3.2 non sono applicabili: - ai prodotti e ai loro componenti impiegati nei settori aeronautico, aerospaziale, minerario, offshore e nucleare le cui applicazioni implicano un elevato grado di sicurezza, nonché agli organi di sicurezza nei veicoli stradali e agricoli, nei treni e nelle imbarcazioni; - ai contatti elettrici, qualunque sia il settore di impiego a salvaguardia dell'affidabilità dell'apparecchiatura su cui sono installati.
22. Monometiltetraclorodifenilmetano Nome commerciale Ugilec 141 CAS n. 76253-60-6	Sono vietati l'immissione sul mercato e l'uso di detta sostanza, dei preparati e dei prodotti che la contengono. In deroga, la presente disposizione non è applicabile: 1) agli impianti e macchinari già in servizio alla data di entrata in vigore del presente decreto sino a quando l'impianto o il macchinario sono messi in disuso; 2) alla manutenzione di impianti o macchinari già in uso alla data di entrata in vigore del presente decreto. E vietata l'immissione sul mercato dell'usato di detta sostanza, di preparati e di impianti o macchinari contenenti detta sostanza.
23. Monometildiclorodifenilmetano Nome commerciale Ugilec 121, Ugilec 21 CAS n. sconosciuto	Sono vietati l'immissione sul mercato e l'uso di questa sostanza, dei preparati e dei prodotti che la contengono.
24. Monometildibromodifenilmetano Nome commerciale DBBT CAS n. 99688-47-8	Sono vietati l'immissione sul mercato e l'uso di questa sostanza, dei preparati e dei prodotti che la contengono.

(1) Regolamento (CEE) n. 2658/87 del Consiglio, del 23 luglio 1987, relativo alla nomenclatura tariffaria e statistica e alla tariffa doganale comune (G.U. n. L 256 del 7.9.1987).

94A7233

DECRETO 5 settembre 1994.

Elenco delle industrie insalubri di cui all'art. 216 del testo unico delle leggi sanitarie.

IL MINISTRO DELLA SANITÀ

Visto l'art. 216 del testo unico delle leggi sanitarie approvato con regio decreto 27 luglio 1934, n. 1265;

Visto l'art. 101 del regio decreto 3 febbraio 1901, n. 45;

Visto l'elenco delle lavorazioni insalubri approvato con decreto ministeriale 12 luglio 1912 (pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 177 del 27 febbraio 1912), e modificato con decreto ministeriale 15 ottobre 1924 (pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 252 del 27 ottobre 1924), decreto ministeriale 26 febbraio 1927 (pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 52 del 4 marzo 1927), decreto ministeriale 3 novembre 1967 (pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 310 del 13 dicembre 1967), decreto ministeriale 12 febbraio 1971 (pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 64 del 12 marzo 1971), decreto ministeriale 23 dicembre 1976 (pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 9 del 12 gennaio 1977), decreto ministeriale 19 novembre 1981 (pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 377 del 9 dicembre 1981) e decreto ministeriale 2 marzo 1987 (pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 74 del 30 marzo 1987);

Considerato che il Consiglio superiore di sanità ha riveduto tale elenco introducendovi le aggiunte e le modifiche ritenute necessarie;

Sentiti il Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato ed il Ministero del lavoro e della previdenza sociale;

Decreta:

Art. 1.

È approvato l'allegato elenco delle industrie insalubri che sostituisce l'elenco di cui al decreto ministeriale 12 luglio 1912, e successive modifiche.

Art. 2.

Il presente decreto sarà pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana.

Roma, 5 settembre 1994

p. *Il Ministro:* CONTI

Registrato alla Corte dei conti il 7 novembre 1994
Registro n. 1 Sanità, foglio n. 304

ALLEGATO

ELENCO DELLE INDUSTRIE INSALUBRI

Parte I - INDUSTRIE DI PRIMA CLASSE

A) Sostanze chimiche

	Fasi interessate dell'attività industriale
1. Acetati di metile o di omologhi superiori lineari o ramificati	produzione
2. Acetilene	produzione
3. Acetone	produzione
4. Acido acetico	produzione
5. Acido benzoico	produzione
6. Acido bromidrico	produzione, impiego, deposito
7. Acido cianidrico	produzione, impiego, deposito
8. Acido cloridrico	produzione, impiego, deposito
9. Acido fluoridrico	produzione, impiego, deposito
10. Acido formico	produzione, impiego, deposito
11. Acido fosforico	produzione
12. Acido nitrico	produzione, impiego, deposito
13. Acido ossalico	produzione
14. Acido picrico	produzione, impiego, deposito
15. Acido solfidrico	produzione, impiego, deposito
16. Acido solforico	produzione, impiego, deposito
17. Acqua ossigenata, perossidi e persali	produzione
18. Acqua ragia	produzione
19. Acrilamide	produzione, impiego
20. Allumina	produzione, impiego, deposito
21. Alluminio	produzione, deposito, polveri
22. Alogeno-derivati organici (non compresi in altre voci)	produzione, impiego, deposito
23. Amine	produzione, impiego, deposito
24. Amino-derivati organici (non compresi in altre voci)	produzione, impiego, deposito
25. Ammoniaca	produzione, impiego, deposito
26. Anidride acetica	produzione, impiego, deposito
27. Anidride carbonica	produzione
28. Anidride fosforica	produzione, impiego
29. Anidride ftalica	produzione, impiego, deposito
30. Anidride maleica	produzione, impiego, deposito
31. Anidride solforosa	produzione, impiego, deposito
32. Antimonio e composti	produzione, impiego
33. Argento	produzione
34. Arsenico e composti	produzione, impiego
35. Benzolo ed omologhi	produzione, impiego
36. Berillio e composti	produzione, impiego
37. Boro trifluoruro	produzione, impiego, deposito
38. Bromo	produzione, impiego, deposito
39. Bromuri alcalini	produzione
40. Cadmio e composti	produzione, impiego
41. Calcio ossido	produzione
42. Calcio carburo	produzione
43. Calcio cianamide	produzione
44. Calcio nitrato	produzione
45 Carbonile cloruro (fosgene)	produzione, impiego

	Fasi interessate dell'attività industriale
46. Carbonio solfuro	produzione, impiego, deposito
47. Ciano-derivati organici (non compresi in altre voci)	produzione
48. Cianogeno (composti del)	produzione, impiego, deposito
49. Cianuri	produzione, impiego, deposito
50. Cicloesile acetato	produzione, impiego, deposito
51. Clorati e perclorati di sodio e di potassio	produzione, impiego, deposito
52. Cloriti	produzione
53. Cloro	produzione, impiego, deposito
54. Cloro biossido	produzione, impiego, deposito
55. Cloropicrina	produzione, impiego, deposito
56. Cobalto e composti	produzione, impiego
57. Cromo e composti	produzione, impiego
58. Dietil-solfuro	produzione, impiego, deposito
59. Dimetil-solfuro	produzione, impiego, deposito
60. Esteri acrilici e metacrilici	produzione, impiego
61. Etere cianocarbonico	produzione, impiego, deposito
62. Etere etilico	produzione, impiego, deposito
63. Etilene ossido	produzione, impiego, deposito
64. Etilsopropilsolfuro	produzione, impiego, deposito
65. Fenolo e clorofenoli	produzione, impiego
66. Fluoro	produzione, impiego, deposito
67. Fosforo	produzione, impiego, deposito
68. Fosforo, derivati organici (non compresi in altre voci)	produzione
69. Furfurolo	produzione
70. Gas tossici dell'elenco allegato al regio decreto 9 gennaio 1927, n. 147, e successive modifiche (non compresi in altre voci)	produzione, impiego, deposito
71. Gesso	produzione
72. Glicerina	produzione
73. Glucosio	produzione
74. Idrogeno	produzione, impiego, deposito
75. Idrogeno fosforato	produzione, impiego, deposito
76. Iodio	produzione
77. Ipocloriti, conc. Cl attivo 10%	produzione
78. Isonitrili	produzione, impiego
79. Magnesio	produzione, impiego
80. Manganese e composti	produzione, impiego
81. Mercaptani	produzione, impiego, deposito
82. Mercurio e composti	produzione, impiego
83. Metile bromuro	produzione, impiego, deposito
84. Metile cloruro	produzione, impiego, deposito
85. Metile solfato	produzione, impiego, deposito
86. Naftalina	produzione
87. Nerofumo (nero di carbone)	produzione
88. Nichel e composti	produzione, impiego
89. Nitrocomposti organici (non compresi in altre voci)	produzione, impiego, deposito
90. Nitrocellulosa	produzione, impiego, deposito
91. Nitroglicerina ed altri esteri nitrici di polialcooli	produzione, impiego, deposito
92. Osmio e composti	produzione, impiego
93. Piombo e composti	produzione, impiego
94. Piombo-alchili (tetraetile e tetrametile)	produzione, impiego, deposito

	Fasi interessate dell'attività industriale
95. Policlorobifenili e policloroterfenili	produzione, impiego, deposito
96. Potassio	produzione, impiego, deposito
97. Potassio idrossido	produzione
98. Propilene ossido	produzione, impiego, deposito
99. Rame	produzione, metallurgia
100. Silicio	produzione
101. Sodio	produzione, impiego, deposito
102. Sodio carbonato	produzione
103. Sodio idrossido	produzione
104. Sodio solfuro	produzione
105. Solfiti, bisolfiti, metasolfiti, iposolfiti	produzione, impiego
106. Solfoderivati organici (non compresi in altre voci)	produzione
107. Sostanze chimiche classificate come pericolose dal decreto ministeriale 3 dicembre 1985. Produttori di olio delle sanse	produzione, impiego, deposito
108. Sostanze chimiche provvisoriamente etichettate come pericolose ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 24 novembre 1981, n. 927 (non comprese in altre voci)	produzione, impiego, deposito
109. Stagno	produzione
110. Tallio e composti	produzione, impiego
111. Tetraidrotiofene	produzione, impiego, deposito
112. Titanio biossido	produzione
113. Vanadio e composti	produzione, impiego
114. Zinco e composti	produzione, impiego
115. Zolfo	produzione, impiego, deposito
116. Zolfo dicloruro	produzione, impiego, deposito

B) Prodotti e materiali

1. Abrasivi	produzione di abrasivi naturali e sintetici
2 Accumulatori	produzione
3. Acetati di olio di flemma	produzione
4. Agglomerati di combustibili in genere	preparazione
5. Aggressivi chimici	produzione, deposito
6. Agrumi, frutta, legumi	deposito con trattamento mediante gas
7. Alcooli	produzione
8. Aldeidi	produzione
9. Amianto (asbesto): prodotti e materiali che lo contengono	produzione, impiego
10. Amido e destrina	produzione
11. Antibiotici	produzione
12. Antiparassitari soggetti a registrazione ed autorizzazione come presidi sanitari (decreto del Presidente della Repubblica 6 agosto 1968, n. 1255, e successive modificazioni)	produzione, formulazione
13. Asfalti e bitumi, scisti bituminosi, conglomerati bituminosi	distillazione, preparazione, lavorazione
14. Benzina (vedi idrocarburi)	
15. Bozzoli	lavorazione, impiego
16. Budella	lavorazione, impiego, deposito
17. Calce	produzione
18. Calcestruzzo	produzione centralizzata di impasti
19. Canapa	trattamento, lavorazione
20. Carbone animale	produzione
21. Carbone attivo	produzione
22. Carni e prodotti della pesca	lavorazione, conservazione

	Fasi interessate dell'attività industriale
23. Carte e cartoni	produzione, recupero
24. Cartoni	catramatura, bitumatura con resine a solvente organico
25. Cascami di legno	lavorazione con colle animali e resine sintetiche
26. Catalizzatori	produzione, impiego, rigenerazione
27. Catrame	produzione, frazionamento
28. Cavi e fili elettrici	smaltatura
29. Cellulosa rigenerata	produzione,
30. Celluloide	produzione lavorazione
31. Cellulosa acetati ed altri esteri della cellulosa	produzione
32. Cellulosa e paste cellulosiche	produzione
33. Cementi	produzione
34. Ceramiche, gres, terre cotte, maioliche e porcellane	produzione
35. Coke	produzione
36. Colle e gelatine animali e sintetiche	produzione
37. Collodio	produzione
38. Coloranti	produzione impiego
39. Compensati, truciolati, paniforti	produzione
40. Concianti naturali e sintetici	produzione, preparazione
41. Concimi chimici	produzione, formulazione
42. Concimi da residui animali e vegetali	preparazione
43. Conserve, semiconserve ed estratti alimentari animali e vegetali	produzione
44. Cosmetici	produzione di materie prime, di intermedi, di principi attivi
45. Detergenti	produzione
46. Disinfestanti e insetticidi per uso domestico, civile e veterinario, soggetti a registrazione come presidi medico-chirurgici	produzione, formulazione
47. Ebanite	produzione
48. Elettrodi di grafite	produzione
49. Erbicidi (non compresi in altre voci) e fitoregolatori	produzione, formulazione
50. Esplosivi	produzione, manipolazione, deposito
51. Estratti d'organo	produzione
52. Farmaceutici	produzione di materie prime, di intermedi, di principi attivi
53. Fecole	produzione
54. Fenoplasti	produzione, lavorazione
55. Ferro, ghisa, acciaio	produzione
56. Ferro-silicio ed altre ferroleghe	produzione
57. Fiammiferi	produzione
58. Fibre chimiche	produzione
59. Fibre tessili	filatura, tessitura
60. Filati (vedi tessuti)	
61. Formaggi	produzione
62. Gas compressi, liquefatti	produzione, deposito presso produttori e grossisti
63. Gas illuminante	produzione
64. Gas povero (gas misto)	produzione
65. Gomma naturale	vulcanizzazione, altri trattamenti chimici
66. Gomma sintetica	produzione, lavorazione
67. Grafite artificiale	produzione
68. Grassi ed acidi grassi	grassi: estrazione, lavorazione di grassi animali e vegetali (con l'esclusione della prima spremitura delle olive per la produzione dell'olio vergine di oliva); acidi grassi: produzione, lavorazione (saponificazione, distillazione)

	Fasi interessate dell'attività industriale
69. Grassi idrogenati	produzione
70. Idrocarburi	frazionamento, purificazione, lavorazione, deposito (esclusi i servizi stradali di sola distribuzione)
71. Inchiostri	produzione
72. Intermedi per coloranti	produzione
73. Lana	carbonizzo con acidi
74. Leghe metalliche	produzione
75. Legno	distillazione, trattamento per la conservazione
76. Lino	trattamento, lavorazione
77. Linoleum	produzione
78. Lucidi per calzature	produzione
79. Mangimi semplici di origine animale	preparazione intermedia, produzione
80. Materie plastiche	produzione di monomeri, di intermedi; produzione di resine per polimerizzazione, poliaddizione, policondensazione; trasformazione (con esclusione delle lavorazioni meccaniche a freddo)
81. Metalli (quelli non già considerati come singola voce)	lavorazione dei minerali per la separazione, raffinazione di metalli
82. Metalli	fucine, forge, laminatoi a caldo e a freddo, estrusione, stampaggio, tranciatura, altri trattamenti termici; fonderie di rottami di recupero, smaltatura
83. Minerali e rocce	macinazione, frantumazione
84. Minerali non metallici	lavorazione, trasformazione
85. Minerali solforati	arrostimento
86. Oli di flemma (acetati di)	produzione
87. Oli essenziali ed essenze	produzione, lavorazione, deposito
88. Oli minerali	lavorazione, rigenerazione
89. Oli sintetici	produzione, lavorazione, rigenerazione
90. Opoterapici (vedi estratti d'organo)	
91. Ossa e sostanze cornee	deposito, lavorazione, impiego
92. Pelli fresche	deposito, trattamenti
93. Peltro (vedi leghe metalliche)	
94. Pergamena e pergamina	produzione
95. Pigmenti metallici	produzione
96. Pitture e vernici	produzione, miscelazione, confezionamento
97. Piume, mezze piume e piumini	deposito e trattamenti di materiale grezzo
98. Pneumatici	produzione, ricostruzione
99. Resine sintetiche (vedi materie plastiche)	
100. Rifiuti solidi e liquami	depositi ed impianti di depurazione, trattamento
101. Rifiuti tossici e nocivi di cui al decreto del Presidente della Repubblica 10 settembre 1982, n. 915, ed alla deliberazione del Comitato interministeriale del 27 luglio 1984 e successive modificazioni	trattamento, lavorazione, deposito
102. Sangue animale	lavorazione
103. Sanse	estrazione con solventi
104. Saponi (vedi grassi ed acidi grassi)	
105. Sardigne	
106. Scisti (vedi asfalti)	
107. Seta	preparazione
108. Smalti e lacche (non comprese in altre voci)	produzione, miscelazione, confezionamento
109. Solventi alogenati	produzione, impiego (ad esclusione dell'impiego nelle lavanderie a secco), deposito, miscelazione, confezionamento
110 Tabacchi	manifattura
111 Tannici, estratti e scorze concianti (vedi concianti naturali e sintetici)	produzione, formulazione

	Fasi interessate dell'attività industriale
112. Tessuti (filati)	catramatura, bitumatura, smaltatura, impregnazione con resine e solvente organico; impermeabilizzazione, appretto, colorazione, stampa
113. Torba	lavorazione
114. Vetro	produzione di lastre, contenitori, fibre ottiche, vetri ottici
115. Vinacce	lavorazione

C) Attività industriali

1. Allevamento di animali
2. Stalla sosta per il bestiame
3. Mercati di bestiame
4. Allevamento di larve ed altre esche per la pesca
5. Autocisterne, fusti ed altri contenitori; lavaggio della capacità interna; rigenerazione
6. Carpenterie, carrozzerie, martellerie
7. Centrali termoelettriche
8. Concerie
9. Deposito e demolizione di autoveicoli ed altre apparecchiature elettromeccaniche e loro parti fuori uso (e recupero materiali)
10. Distillerie
11. Filande
12. Galvanotecnica, galvanoplastica, galvanostesia
13. Impianti e laboratori nucleari: impianti nucleari di potenza e di ricerca; impianti per il trattamento dei combustibili nucleari; impianti per la preparazione, fabbricazione di materie fissili e combustibili nucleari; laboratori ad alto livello di attività
14. Inceneritori
15. Industrie chimiche: produzioni anche per via petrolchimica non considerate nelle altre voci
16. Liofilizzazione di sostanze alimentari, animali e vegetali
17. Macelli, inclusa la scuoiatura e la spennatura
18. Motori a scoppio: prova dei motori
19. Petrolio: raffinerie
20. Salumifici con macellazione
21. Scuderie, maneggi
22. Smerigliatura, sabbiatura
23. Stazioni di disinfestazione
24. Tipografie con rotative
25. Verniciatura a fuoco e con vernici a solvente organico
26. Verniciatura elettrostatica con vernice a polvere
27. Zincatura per immersione in bagno fuso
28. Zuccherifici, raffinazione dello zucchero

Parte II - Industrie di seconda classe

A) Sostanze chimiche

	Fasi interessate soglia quantitativa
1. Acido citrico	produzione
2. Acido lattico	produzione
3. Acido salicilico	produzione
4. Acido tartarico	produzione

	Fasi interessate soglia quantitativa
5 Allume	produzione
6. Alluminio solfato	produzione
7. Bario idrossido	produzione
8. Bario perossido	produzione
9. Calcio citrato	produzione
10. Zinco e composti	produzione con processo elettrolitico

B) Materiali e prodotti

1. Abrasivi	fabbricazione di mole e manufatti
2. Accumulatori	carica (con esclusione delle officine di elettrauto)
3. Aceto	produzione, deposito
4. Alluminio	lavorazione
5. Benzina (vedi idrocarburi)	
6. Bevande fermentate	produzione
7. Bianco di zinco	produzione
8. Cacao e surrogati	torrefazione
9. Caffè e surrogati	torrefazione
10. Nocciole	tostatura
11. Calzature di cuoio	produzione
12. Candele di cera, stearina, paraffina e simili	produzione
13. Cappelli	produzione
14. Cartoni per confezioni di valigie ed altro	lavorazione
15. Cementi	produzione industriale di manufatti (ad eccezione del cemento-amianto contemplato alla voce amianto nella parte 1-B)
16. Ceralacca	produzione
17. Compensati, truciolati, paniforti	lavorazione
18. Componenti elettronici e circuiti stampati	produzione
19. Cosmetici	formulazione
20. Cotone	trattamenti, lavorazioni con esclusione della filatura e tessitura
21. Cremore di tartaro	produzione
22. Cuoio rigenerato	produzione
23. Detergenti	formulazione
24. Farmaceutici	formulazione
25. Fecce di vino	essiccazione
26. Formaggi	deposito
27. Frutta e verdura	deposito
28. Grassi e acidi grassi	grassi: deposito; acidi grassi: lavorazioni non contemplate nella prima classe e deposito
29. Idrocarburi	servizi stradali di sola distribuzione
30. Iuta	trattamenti, lavorazione con esclusione della filatura e tessitura
31. Kapok	trattamenti, lavorazione con esclusione della filatura e tessitura
32. Laminati plastici	lavorazioni meccaniche a freddo
33. Lana	preparazione e puficazione
34. Lana meccanizzata	lavorazione
35. Lanolina	produzione
36. Laterizi	produzione
37. Legno	ionifumazione
38. Liscivia da bucato	produzione

	Fasi interessate soglia quantitativa
39. Magnesio	lingottatura in sali fusi
40. Mangimi semplici di origine vegetale, e mangimi composti, integrati e non	produzione, deposito
41. Mangimi semplici di origine animale e chimico industriale	deposito
42. Materie plastiche	lavorazioni meccaniche a freddo
43. Pegamoide	produzione
44. Peli animali	lavorazione, impiego per la produzione di pennelli, feltri e affini
45. Pelli conciate	rifiniture
46. Piume, mezze piume e piumini	lavorazione, deposito di materiale, di materiale bonificato
47. Profumi	preparazioni
48. Resine e lattici naturali non compresi in altre voci	preparazioni
49. Riso	lavorazione
50. Semi (non compresi in altre voci)	torrefazione
51. Specchi	produzione
52. Stracci	cernita, deposito
53. Sughero	lavorazione
54. Taffetà, cerate, tele cerate	produzione

C) Attività industriali

1. Calderai
2. Candeggio
3. Cantine industriali
4. Decaffeinizzazione
5. Falegnamerie
6. Fonderie di seconda fusione
7. Friggitorie
8. Impianti e laboratori nucleari: laboratori a medio e basso livello di attività
9. Lavanderie a secco
10. Macinazione, altre lavorazioni della industria molitoria dei cereali
11. Officine per la lavorazione dei metalli: lavorazioni non considerate in altre voci
12. Salumifici senza macellazione
13. Stazioni di disinfezione
14. Stazioni di servizio per automezzi e motocicli
15. Tinture di fibre con prodotti che non ricadono in altre voci
16. Tipografie senza rotative
17. Vetrerie artistiche

94A7234

DECRETO 6 settembre 1994.

Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto.

IL MINISTRO DELLA SANITÀ

DI CONCERTO CON

IL MINISTRO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

Vista la legge 27 marzo 1992, n. 257 dettante norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto ed in particolare gli articoli 6, comma 3 e 12, comma 2;

Visto il documento tecnico predisposto dalla Commissione per la valutazione dei problemi ambientali e dei rischi sanitari connessi all'impiego dell'amianto di cui all'art. 4 della legge medesima, ai sensi dell'art. 5, comma 1, lettera *f)*;

Decreta:

Le norme relative agli strumenti necessari ai rilevamenti e alle analisi del rivestimento degli edifici, nonché alla pianificazione e alla programmazione delle attività di rimozione e di fissaggio e le procedure da seguire nei diversi processi lavorativi di rimozione previste all'art. 12, comma 2 della legge 27 marzo 1992, n. 257, nonché le normative e metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previste all'art. 6, comma 3 della legge medesima sono riportate nell'allegato al presente decreto.

Roma, 6 settembre 1994

Il Ministro della sanità
COSTA

Il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato
GNUTTI

Registrato alla Corte dei conti il 7 novembre 1994
Registro n. 1 Sanità, foglio n. 305

ALLEGATO

NORMATIVE E METODOLOGIE TECNICHE PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO, IL CONTROLLO, LA MANUTENZIONE E LA BONIFICA DI MATERIALI CONTENENTI AMIANTO PRESENTI NELLE STRUTTURE EDILIZIE

Premessa

La presente normativa si applica a strutture edilizie ad uso civile, commerciale o industriale aperte al pubblico o comunque di utilizzazione collettiva in cui sono in opera manufatti e/o materiali contenenti amianto dai quali può derivare una esposizione a fibre aerodisperse.

Sono pertanto esclusi da tale normativa gli edifici industriali in cui la contaminazione proviene dalla lavorazione dell'amianto o di prodotti che lo contengono (quindi siti industriali dismessi o quelli nei quali è stata effettuata riconversione produttiva) e le altre situazioni in cui l'eventuale inquinamento da amianto è determinato dalla presenza di locali adibiti a stoccaggio di materie prime o manufatti o dalla presenza di depositi di rifiuti.

Il documento contiene normative e metodologie tecniche riguardanti:

— l'ispezione delle strutture edilizie, il campionamento e l'analisi dei materiali sospetti per l'identificazione dei materiali contenenti amianto;

— il processo diagnostico per la valutazione del rischio e la scelta dei provvedimenti necessari per il contenimento o l'eliminazione del rischio stesso;

— il controllo dei materiali contenenti amianto e le procedure per le attività di custodia e manutenzione in strutture edilizie contenenti materiali di amianto;

— le misure di sicurezza per gli interventi di bonifica;

— le metodologie tecniche per il campionamento e l'analisi delle fibre aerodisperse.

Il documento fa riferimento a due tipi di indicazioni:

a) «*norme prescrittive*» che compaiono nel testo in carattere «grassetto»;

b) «*norme indicative*», da intendersi come *linee guida non prescrittive* che vengono indicate nel testo in carattere «corsivo».

In allegato al documento sono riportate alcune tecniche analitiche di riferimento per la determinazione della concentrazione ponderale di amianto in campioni massivi e per la determinazione della concentrazione di fibre di amianto aerodisperse in ambienti di vita (ambienti indoor).

Tali allegati vanno intesi come indicativi ed eventuali altre tecniche in grado di fornire prestazioni equivalenti in termini di rivelabilità ed accuratezza possono essere utilizzate a meno che nel testo del documento non sia esplicitamente prescritta l'adozione di una specifica metodica.

1 - LOCALIZZAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DELLE STRUTTURE EDILIZIE.

1*a*) *Classificazione dei materiali contenenti amianto.*

Ai fini pratici, i materiali contenenti amianto presenti negli edifici possono essere divisi in tre grandi categorie.

1) materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;

2) rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;

3) una miscellanea di altri materiali comprendente, in particolare, pannelli ad alta densità (cemento-amianto), pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili. I materiali in cemento-amianto, soprattutto sottoforma di lastre di copertura, sono quelli maggiormente diffusi.

La potenziale pericolosità dei materiali di amianto dipende dall'eventualità che siano rilasciate fibre aerodisperse nell'ambiente che possono venire inalate dagli occupanti. Il criterio più importante da valutare in tal senso è rappresentato dalla friabilità dei materiali: si definiscono friabili i materiali che possono essere sbriciolati o ridotti in polvere mediante la semplice pressione delle dita. I materiali friabili possono liberare fibre spontaneamente per la scarsa coesione interna (soprattutto se sottoposti a fattori di deterioramento quali vibrazioni, correnti d'aria, infiltrazioni di acqua) e possono essere facilmente danneggiati nel corso di interventi di manutenzione o da parte degli occupanti dell'edificio, se sono collocati in aree accessibili.

In base alla friabilità, i materiali contenenti amianto possono essere classificati come:

Friabili: materiali che possono essere facilmente sbriciolati o ridotti in polvere con la semplice pressione manuale;

Compatti: materiali duri che possono essere sbriciolati o ridotti in polvere solo con l'impiego di attrezzi meccanici (dischi abrasivi, frese, trapani, ecc.).

Nella tabella 1 sono schematicamente indicati i principali materiali che possono essere presenti negli edifici, con le loro caratteristiche di contenuto in amianto e di friabilità.

I ricoprimenti a spruzzo (floccati) sono generalmente materiali friabili mentre i rivestimenti di tubazioni e i materiali in cemento amianto sono materiali in origine poco o niente friabili, lo possono tuttavia diventare a seguito del degrado subito a causa di fattori ambientali.

1b) Campionamento ed analisi dei materiali.

Una volta individuate le strutture edilizie su cui intervenire, sarà opportuno, prima di procedere al campionamento dei materiali, articolare un finalizzato programma di ispezione, che si può così riassumere:

1) Ricerca e verifica della documentazione tecnica disponibile sull'edificio, per accertarsi dei vari tipi di materiali usati nella sua costruzione, e per rintracciare, ove possibile, l'impresa edile appaltatrice.

2) Ispezione diretta dei materiali per identificare quelli friabili e potenzialmente contenenti fibre di amianto.

3) Verifica dello stato di conservazione dei materiali friabili, per fornire una prima valutazione approssimativa sul potenziale di rilascio di fibre nell'ambiente.

4) Campionamento dei materiali friabili sospetti, e invio presso un centro attrezzato, per la conferma analitica della presenza e del contenuto di amianto.

5) Mappatura delle zone in cui sono presenti materiali contenenti amianto.

6) Registrazione di tutte le informazioni raccolte in apposite schede (allegato 5), da conservare come documentazione e da rilasciare anche ai responsabili dell'edificio.

Il personale incaricato dell'ispezione e del campionamento dovrà procedere come segue:

1) Rintracciare prioritariamente i siti di ubicazione di eventuali installazioni di materiali friabili.

2) Riconoscere approssimativamente il tipo di materiale impiegato e le sue caratteristiche.

3) Stabilire lo stato di integrità dei materiali e valutare le condizioni degli eventuali rivestimenti sigillanti, o dei mezzi di confinamento.

4) Valutare la friabilità dei materiali.

5) Adottare le precauzioni previste durante la manipolazione di materiali contenenti amianto.

6) Mettere in atto i criteri e le procedure di campionamento atti a garantire una sufficiente rappresentatività dei campioni, evitando l'esposizione dell'operatore e la contaminazione dell'ambiente.

I materiali da campionare vanno selezionati in modo prioritario fra quelli che presentano:

1) Friabilità e cattivo stato di conservazione.

2) Facile accesso o mancanza di rivestimenti e di mezzi di confinamento.

3) Suscettibilità di facile danneggiamento e conseguente possibilità di rilascio di fibre nell'ambiente.

4) Possibilità di frequenti manomissioni.

5) Frequenti interventi di manutenzione.

In ogni caso, si dovrà procedere al campionamento evitando interventi che potrebbero tradursi in una contaminazione degli ambienti circostanti; si dovrà procedere al campionamento con la massima cautela, avendo cura di far sigillare immediatamente e adeguatamente il punto in cui si è effettuato il campionamento, impiegando, ad esempio, una vernice spray.

Le modalità operative del campionamento possono essere schematicamente riassunte come segue:

1) acquisizione di documentazione fotografica a colori la più rappresentativa possibile del materiale da campionare, che ne evidenzi la struttura macroscopica e l'ubicazione rispetto all'ambiente potenzialmente soggetto a contaminazione.

2) Dotazione di adeguati mezzi personali di protezione, quali maschere contro polveri e guanti da non più riutilizzare.

3) Impiego di strumenti adeguati che non permettano dispersione di polvere o di fibre nell'ambiente, e che consentano il minimo grado di intervento distruttivo, quali pinze, tenaglie, piccoli scalpelli, forbici, cesoie, ecc. Evitare, quindi trapani, frese, scalpelli grossolani, lime, raspe, frullini, e simili. Per i campionamenti in profondità è consigliabile l'uso di carotatori in acciaio, o preferibilmente, se disponibili, di carotatori trasparenti in vetro o acrilico, ambedue a tenuta stagna.

4) Prelievo di una piccola aliquota del materiale, che sia sufficientemente rappresentativo e che non comporti alterazioni significative dello stato del materiale in sito. I materiali contenenti amianto possono essere sia omogenei che eterogenei. Materiali tipicamente omogenei sono i prodotti in amianto-cemento, le pannellature isolanti per pareti o soffitti, i manufatti tessili. I materiali friabili spruzzati sono in genere omogenei, ma possono anche essere costituiti da strati di diversa composizione, per cui occorre prelevare i campioni con l'ausilio del carotatore. Gli isolamenti di tubi e caldaie sono spesso eterogenei, e quindi necessitano di prelievo tramite carotatura. Per i materiali omogenei sono per solito sufficienti uno o due campioni rappresentavi di circa 5 cmq (o circa 10 gr). Per i materiali eterogenei è consigliabile prelevare da due a tre campioni ogni 100 mq. circa, avendo cura di campionare anche nei punti che appaiono di diversa colorazione superficiale rispetto al complesso della superficie. Ulteriori campioni devono essere prelevati laddove siano state effettuate nel tempo delle riparazioni.

5) Inserimento immediato del campione in una busta di plastica ermeticamente sigillabile.

6) Segnalazione del punto di prelievo sul materiale mediante apposizione di un contrassegno indicante data, modalità e operatore.

7) Riparare con adeguati sigillanti il punto di prelievo e pulire accuratamente con panni umidi eventuali residui sottostanti.

8) Compilazione di una scheda di prelievo, con tutte le informazioni necessarie, da allegare al campione.

9) Trasmissione diretta del campione, della scheda di prelievo e della documentazione fotografica al Centro incaricato delle analisi.

Se dall'analisi eseguita si rivela la presenza di amianto si procede alla valutazione del rischio.

TABELLA 1

PRINCIPALI TIPI DI MATERIALI
CONTENENTI AMIANTO E LORO APPROSSIMATIVO POTENZIALE DI RILASCIO DELLE FIBRE

Tipo di materiale	Note	Friabilità
Ricoprimenti a spruzzo e rivestimenti isolanti	Fino all'85% circa di amianto. Spesso anfiboli (amosite, crocidolite) prevalentemente amosite spruzzata su strutture portanti di acciaio o su altre superfici come isolanti termo-acustico	Elevata
Rivestimenti isolanti di tubazioni o caldaie	Per rivestimenti di tubazioni tutti i tipi di amianto, talvolta in miscela al 6-10% con silicati di calcio. In tele, feltri, imbottiture in genere al 100%	Elevato potenziale di rilascio di fibre se i rivestimenti non sono ricoperti con strato sigillante uniforme e intatto
Funi, corde, tessuti	In passato sono stati usati tutti i tipi di amianto. In seguito solo crisotilo al 100%	Possibilità di rilascio di fibre quando grandi quantità di materiali vengono immagazzinati
Cartoni, carte e prodotti affini	Generalmente solo crisotilo al 100%	Sciolti e maneggiati, carte e cartoni, non avendo una struttura molto compatta, sono soggetti a facili abrasioni ed a usura
Prodotti in amianto-cemento	Attualmente il 10-15% di amianto in genere crisotilo. Crocidolite e amosite si ritrovano in alcuni tipi di tubi e di lastre	Possono rilasciare fibre se abrasi, segati, perforati o spazzolati, oppure se deteriorati
Prodotti bituminosi, mattonelle di vinile con intercapedini di carta di amianto, mattonelle e pavimenti vinilici, PVC e plastiche rinforzate ricoprimenti e vernici, mastici, sigillanti, stucchi adesivi contenenti amianto	Dallo 0,5 al 2% per mastici, sigillanti, adesivi, al 10-25% per pavimenti e mattonelle vinilici	Improbabile rilascio di fibre durante l'uso normale. Possibilità di rilascio di fibre se tagliati, abrasi o perforati

2 - VALUTAZIONE DEL RISCHIO.

La presenza di materiali contenenti amianto in un edificio non comporta di per sé un pericolo per la salute degli occupanti. Se il materiale è in buone condizioni e non viene manomesso, è estremamente improbabile che esista un pericolo apprezzabile di rilascio di fibre di amianto. Se invece il materiale viene danneggiato per interventi di manutenzione o per vandalismo, si verifica un rilascio di fibre che costituisce un rischio potenziale. Analogamente se il materiale è in cattive condizioni, o se è altamente friabile, le vibrazioni dell'edificio, i movimenti di persone o macchine, le correnti d'aria possono causare il distacco di fibre legate debolmente al resto del materiale.

Per la valutazione della potenziale esposizione a fibre di amianto del personale presente nell'edificio sono utilizzabili due tipi di criteri:

— l'esame delle condizioni dell'installazione, al fine di stimare il pericolo di un rilascio di fibre dal materiale;

— la misura della concentrazione delle fibre di amianto aerodisperse all'interno dell'edificio (monitoraggio ambientale).

Il monitoraggio ambientale, tuttavia, non può rappresentare da solo un criterio adatto per valutare il rilascio, in quanto consente essenzialmente di misurare la concentrazione di fibre presente nell'aria al momento del campionamento, senza ottenere alcuna informazione sul pericolo che l'amianto possa deteriorarsi o essere danneggiato nel corso delle normali attività. In particolare, in caso di danneggiamenti, spontanei o accidentali,

si possono verificare rilasci di elevata entità, che tuttavia, sono occasionali e di breve durata e che quindi non vengono rilevati in occasione del campionamento. **In fase di ispezione visiva dell'installazione, devono essere invece attentamente valutati:**

— il tipo e le condizioni dei materiali;

— i fattori che possono determinare un futuro danneggiamento o degrado;

— i fattori che influenzano la diffusione di fibre e l'esposizione degli individui.

Dovrà essere compilata una scheda di sopralluogo, quale ad esempio quella riportata in Allegato 5, separatamente per ciascun'area dell'edificio in cui sono presenti materiali contenenti amianto. I fattori considerati devono consentire di valutare l'eventuale danneggiamento o degrado del materiale e la possibilità che il materiale stesso possa deteriorarsi o essere danneggiato.

In base agli elementi raccolti per la valutazione possono delinearsi tre diversi tipi di situazioni (tabella 2):

2*a) Materiali integri non suscettibili di danneggiamento.*

Sono situazioni nelle quali non esiste pericolo di rilascio di fibre di amianto in atto o potenziale o di esposizione degli occupanti, come ad esempio:

— materiali non accessibili per la presenza di un efficace confinamento;

— materiali in buone condizioni, non confinati ma comunque difficilmente accessibili agli occupanti;

— materiali in buone condizioni, accessibili ma difficilmente danneggiabili per le caratteristiche proprie del materiale (duro e compatto);

— non esposizione degli occupanti in quanto l'amianto si trova in aree non occupate dell'edificio.

In questi casi non è necessario un intervento di bonifica. Occorre, invece, un controllo periodico delle condizioni dei materiali e il rispetto di idonee procedure per le operazioni di manutenzione e pulizia dello stabile, al fine di assicurare che le attività quotidiane dell'edificio siano condotte in modo da minimizzare il rilascio di fibre di amianto, secondo le indicazioni riportate nel capitolo 4.

2*b) Materiali integri suscettibili di danneggiamento.*

Sono situazioni nelle quali esiste pericolo di rilascio potenziale di fibre di amianto, come ad esempio:

— materiali in buone condizioni facilmente danneggiabili dagli occupanti;

— materiali in buone condizioni facilmente danneggiabili in occasione di interventi manutentivi;

— materiali in buone condizioni esposti a fattori di deterioramento (vibrazioni, correnti d'aria, ecc.).

In situazioni di questo tipo, in primo luogo, devono essere adottati provvedimenti idonei a scongiurare il pericolo di danneggiamento e quindi attuare un programma di controllo e manutenzione secondo le indicazioni riportate nel capitolo 4. Se non è possibile ridurre significativamente i rischi di danneggiamento dovrà essere preso in considerazione un intervento di bonifica da attuare a medio termine.

2*c) Materiali danneggiati.*

Sono situazioni nelle quali esiste pericolo di rilascio di fibre di amianto con possibile esposizione degli occupanti, come ad esempio:

— materiali a vista o comunque non confinati, in aree occupate dell'edificio, che si presentino:

danneggiati per azione degli occupanti o per interventi manutentivi;
deteriorati per effetto di fattori esterni (vibrazioni, infiltrazioni d'acqua, correnti d'aria, ecc.), deteriorati per degrado spontaneo;

— materiali danneggiati o deteriorati o materiali friabili in prossimità dei sistemi di ventilazione.

Sono queste le situazioni in cui si determina la necessità di un'azione specifica da attuare in tempi brevi, per eliminare il rilascio in atto di fibre di amianto nell'ambiente.

I provvedimenti possibili possono essere:

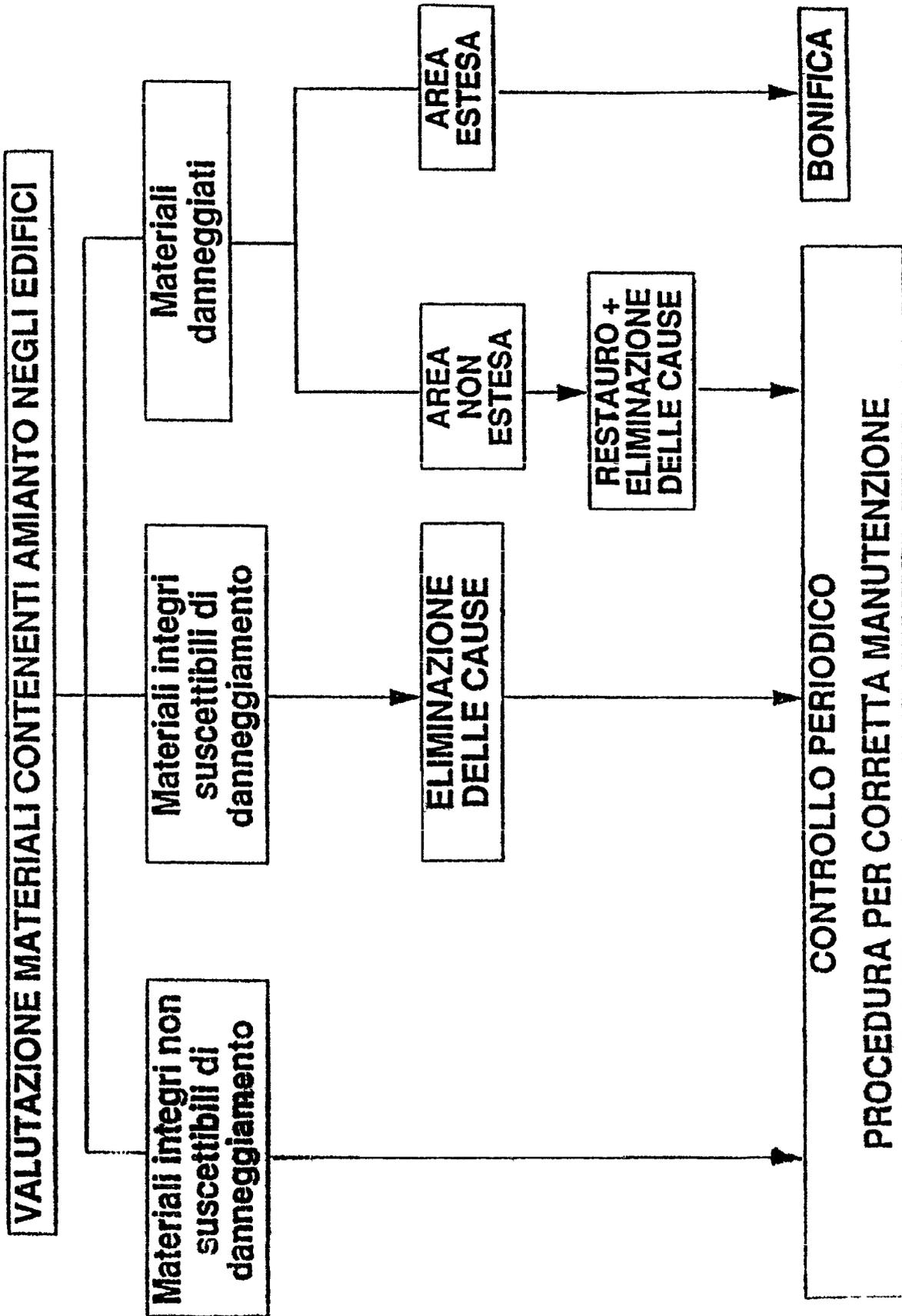
— *restauro dei materiali:* l'amianto viene lasciato in sede senza effettuare alcun intervento di bonifica vera e propria, ma limitandosi a riparare le zone danneggiate e/o ad eliminare le cause potenziali del danneggiamento (modifica del sistema di ventilazione in presenza di correnti d'aria che erodono il rivestimento, riparazione delle perdite di acqua, eliminazione delle fonti di vibrazioni, interventi atti ad evitare il danneggiamento da parte degli occupanti). È applicabile per materiali in buone condizioni che presentino zone di danneggiamento di scarsa estensione (inferiori al 10% della superficie di amianto presente nell'area interessata). È il provvedimento di elezione per rivestimenti di tubi e caldaie o per materiali poco friabili di tipo cementizio, che presentino danni circoscritti. Nel caso di materiali friabili è applicabile se la superficie integra presenta sufficiente coesione da non determinare un rilascio spontaneo di fibre;

— *intervento di bonifica* mediante rimozione, incapsulamento o confinamento dell'amianto. La bonifica può riguardare l'intera installazione o essere circoscritta alle aree dell'edificio o alle zone dell'installazione in cui si determina un rilascio di fibre.

Quando si presentano situazioni di incerta classificazione é necessaria anche una indagine ambientale che misuri la concentrazione di fibre aerodisperse. Le tecniche impiegate sono la MOCF e la SEM (per la metodologia vedi Allegato 2). Va ricordato che nel caso della MOCF tutto il materiale fibroso viene considerato mentre, nel caso della SEM, é possibile individuare soltanto le fibre di amianto. Per questo motivo si ritiene che valori superiori a 20 ff/l valutati in MOCF o superiori a 2 ff/l in SEM, ottenuti come valori medi su almeno tre championamenti possono essere indicativi di una situazione di inquinamento in atto.

Si tenga comunque presente che una valutazione dell'effettiva presenza di fibre di amianto nell'ambiente è possibile solo mediante una metodologia che permetta il riconoscimento della tipologia minerale delle fibre (tecnica della dispersione cromatica, Allegato 3, o microscopia elettronica analitica, Allegato 2).

TABELLA 2

VALUTAZIONE MATERIALI CONTENENTI AMIANTO NEGLI EDIFICI
Materiali integri non suscettibili di danneggiamento
Materiali integri suscettibili di danneggiamento
Materiali danneggiati
ELIMINAZIONE DELLE CAUSE
AREA NON ESTESA
AREA ESTESA
RESTAURO + ELIMINAZIONE DELLE CAUSE
CONTROLLO PERIODICO
PROCEDURA PER CORRETTA MANUTENZIONE
BONIFICA

3 - METODI DI BONIFICA.

I metodi di bonifica che possono essere attuati, sia nel caso di interventi circoscritti ad aree limitate dell'edificio, sia nel caso di interventi generali, sono:

3a) Rimozione dei materiali di amianto.

E il procedimento più diffuso perchè elimina ogni potenziale fonte di esposizione ed ogni necessità di attuare specifiche cautele per le attività che si svolgono nell'edificio. Comporta un rischio estremamente elevato per i lavoratori addetti e per la contaminazione dell'ambiente; produce notevoli quantitativi di rifiuti tossici e nocivi che devono essere correttamente smaltiti. È la procedura che comporta i costi più elevati ed i più lunghi tempi di realizzazione. In genere richiede l'applicazione di un nuovo materiale, in sostituzione dell'amianto rimosso.

3b) Incapsulamento

Consiste nel trattamento dell'amianto con prodotti penetranti o ricoprenti che (a seconda del tipo di prodotto usato) tendono ad inglobare le fibre di amianto, a ripristinare l'aderenza al supporto, a costituire una pellicola di protezione sulla superficie esposta. Costi e tempi dell'intervento risultano più contenuti. Non richiede la successiva applicazione di un prodotto sostitutivo e non produce rifiuti tossici. Il rischio per i lavoratori addetti e per l'inquinamento dell'ambiente è generalmente minore rispetto alla rimozione. È il trattamento di elezione per i materiali poco friabili di tipo cementizio. Il principale inconveniente è rappresentato dalla permanenza nell'edificio del materiale di amianto e dalla conseguente necessità di mantenere un programma di controllo e manutenzione. Occorre inoltre verificare periodicamente l'efficacia dell'incapsulamento, che col tempo può alterarsi o essere danneggiato, ed eventualmente ripetere il trattamento. L'eventuale rimozione di un materiale di amianto precedentemente incapsulato è più complessa, per la difficoltà di bagnare il materiale a causa dell'effetto impermeabilizzante del trattamento. Inoltre, l'incapsulamento può alterare le proprietà antifiamma e fonoassorbenti del rivestimento di amianto.

3c) Confinamento

Consiste nell'installazione di una barriera a tenuta che separi l'amianto dalle aree occupate dell'edificio. Se non viene associato ad un trattamento incapsulante, il rilascio di fibre continua all'interno del confinamento. Rispetto all'incapsulamento, presenta il vantaggio di realizzare una barriera resistente agli urti. È indicato nel caso di materiali facilmente accessibili, in particolare per bonifica di aree circoscritte (ad es. una colonna). Non è indicato quando sia necessario accedere frequentemente nello spazio confinato. Il costo è contenuto, se l'intervento non comporta lo spostamento dell'impianto elettrico, termoidraulico, di ventilazione, ecc. Occorre sempre un programma di controllo e manutenzione, in quanto l'amianto rimane nell'edificio, inoltre la barriera installata per il confinamento deve essere mantenuta in buone condizioni.

3d) Indicazioni per la scelta del metodo di bonifica.

A scopo orientativo possono essere formulate le seguenti indicazioni:

i) un intervento di rimozione spesso non costituisce la migliore soluzione per ridurre l'esposizione ad amianto. Se viene condotto impropriamente può elevare la concentrazione di fibre aerodisperse, aumentando, invece di ridurre, il rischio di malattie da amianto;

ii) materiali accessibili, soprattutto se facilmente danneggiabili, devono essere protetti da un idoneo confinamento;

iii) prima di scegliere un intervento di incapsulaggio deve essere attentamente valutata l'idoneità del materiale di amianto a sopportare il peso dell'incapsulante.

In particolare trattamenti incapsulanti non sono indicati.

— nel caso di materiali molto friabili o che presentano scarsa coesione interna o adesione al substrato, in quanto l'incapsulante aumenta il peso strutturale aggravando la tendenza del materiale a delaminarsi o a staccarsi dal substrato;

— nel caso di materiali friabili di spessore elevato (maggiore di 2 cm), nei quali il trattamento non penetra molto in profondità e non riesce quindi a restituire l'adesione al supporto sottostante. Per contro l'aumento di peso può facilitare il distacco dell'amianto;

— nel caso di infiltrazioni di acqua: il trattamento impermeabilizza il materiale così che si possono formare internamente raccolte di acqua che appesantiscono il rivestimento e ne disciolgono i leganti, determinando il distacco;

— nel caso di materiali facilmente accessibili, in quanto il trattamento forma una pellicola di protezione scarsamente resistente agli urti. Non dovrebbe essere mai effettuato su superfici che non siano almeno a 3 metri di altezza, in aree soggette a frequenti interventi di manutenzione o su superfici, a qualsiasi altezza, che possano essere danneggiate da attrezzi (es. soffitti delle palestre);

— nel caso di installazioni soggette a vibrazioni (aeroporti, locali con macchinari pesanti, ecc.): le vibrazioni determinano rilascio di fibre anche se il materiale è stato incapsulato;

iv) tutti i metodi di bonifica alternativi alla rimozione presentano costi minori a breve termine. A lungo termine, però il costo aumenta per la necessità di controlli periodici e di successivi interventi per mantenere l'efficacia e l'integrità del trattamento. Il risparmio economico (così come la maggiore rapidità di esecuzione), rispetto alla rimozione, dipende prevalentemente dal fatto che non occorre applicare un prodotto sostitutivo e che non vi sono rifiuti tossici da smaltire. Le misure di sicurezza da attuare sono, invece, per la maggior parte le stesse per tutti i metodi;

v) interventi di ristrutturazione o demolizione di strutture rivestite di amianto devono sempre essere preceduti dalla rimozione dell'amianto stesso.

4 - PROGRAMMA DI CONTROLLO DEI MATERIALI DI AMIANTO IN SEDE - PROCEDURE PER LE ATTIVITÀ DI CUSTODIA E DI MANUTENZIONE.

Dal momento in cui viene rilevata la presenza di materiali contenenti amianto in un edificio, è necessario che sia messo in atto un programma di controllo e manutenzione al fine di ridurre al minimo l'esposizione degli occupanti. Tale programma implica mantenere in buone condizioni i materiali contenenti amianto, prevenire il rilascio e la dispersione secondaria di fibre, intervenire correttamente quando si verifichi un rilascio, verificare periodicamente le condizioni dei materiali contenenti amianto.

4*a) Programma di controllo.*

Il proprietario dell'immobile e/o il responsabile dell'attività che vi si svolge dovrà:

— designare una figura responsabile con compiti di controllo e coordinamento di tutte le attività manutentive che possono interessare i materiali di amianto;

— tenere un'idonea documentazione da cui risulti l'ubicazione dei materiali contenenti amianto. Sulle installazioni soggette a frequenti interventi manutentivi (ad es. caldaia e tubazioni) dovranno essere poste avvertenze allo scopo di evitare che l'amianto venga inavvertitamente disturbato;

— garantire il rispetto di efficaci misure di sicurezza durante le attività di pulizia, gli interventi manutentivi e in occasione di qualsiasi evento che possa causare un disturbo dei materiali di amianto. A tal fine dovrà essere predisposta una specifica procedura di autorizzazione per le attività di manutenzione e di tutti gli interventi effettuati dovrà essere tenuta una documentazione verificabile;

— fornire una corretta informazione agli occupanti dell'edificio sulla presenza di amianto nello stabile, sui rischi potenziali e sui comportamenti da adottare;

— nel caso siano in opera materiali friabili provvedere a far ispezionare l'edificio almeno una volta all'anno, da personale in grado di valutare le condizioni dei materiali, redigendo un dettagliato rapporto corredato di documentazione fotografica. Copia del rapporto dovrà essere trasmessa alla USL competente la quale può prescrivere di effettuare un monitoraggio ambientale periodico delle fibre aerodisperse all'interno dell'edificio.

4*b) Attività di manutenzione e custodia.*

Le operazioni di manutenzione vera e propria possono essere raggruppate in tre categorie:

a) interventi che non comportano contatto diretto con l'amianto;

b) interventi che possono interessare accidentalmente i materiali contenenti amianto;

c) interventi che intenzionalmente disturbano zone limitate di materiali contenenti amianto.

Operazioni che comportino un esteso interessamento dell'amianto non possono essere consentite, se non nell'ambito di progetti di bonifica.

Durante l'esecuzione degli interventi non deve essere consentita la presenza di estranei nell'area interessata. L'area stessa deve essere isolata con misure idonee in relazione al potenziale rilascio di fibre: per operazioni che non comportano diretto contatto con l'amianto può non essere necessario alcun tipo di isolamento; negli altri casi la zona di lavoro deve essere confinata e il pavimento e gli arredi eventualmente presenti, coperti con teli di plastica a perdere.

L'impianto di ventilazione deve essere localmente disattivato. Qualsiasi intervento diretto sull'amianto deve essere effettuato con metodi ad umido. Eventuali utensili elettrici impiegati per tagliare, forare o molare devono essere muniti di aspirazione incorporata. Nel caso di operazioni su tubazioni rivestite con materiali di amianto vanno utilizzati quando possibile gli appositi «glove bags» (vedi paragrafo 5*b*).

Al termine dei lavori, eventuali polveri o detriti di amianto caduti vanno puliti con metodi ad umido o con aspiratori portatili muniti di filtri ad alta efficienza. I lavoratori che eseguono gli interventi devono essere muniti di mezzi individuali di protezione. Per la protezione respiratoria vanno adottate maschere munite di filtro P3 di tipo semimaschera o a facciale completo, in relazione al potenziale livello di esposizione. È sconsigliabile l'uso di facciali filtranti, se non negli interventi del primo tipo. Nelle operazioni che comportano disturbo dell'amianto devono essere adottate inoltre tute intere a perdere, munite di cappuccio e di copriscarpe, di tessuto atto a non trattenere le fibre. Le tute devono essere eliminate dopo ogni intervento.

Tutto il materiale a perdere utilizzato (indumenti, teli, stracci per pulizia, ecc.) deve essere smaltito come rifiuto contaminato, in sacchi impermeabili chiusi ed etichettati. I materiali utilizzati per la pulizia ad umido vanno insaccati finché sono ancora bagnati. Procedure definite devono essere previste nel caso di consistenti rilasci di fibre: evacuazione ed isolamento dell'area interessata (chiusura delle porte e/o installazione di barriere temporanee); affissione di avvisi di pericolo per evitare l'accesso di estranei; decontaminazione dell'area da parte di operatori muniti di mezzi individuali di protezione con sistemi ad umido e/o con aspiratori idonei; monitoraggio finale di verifica. In presenza di materiali di amianto friabili esposti, soprattutto se danneggiati, la pulizia quotidiana dell'edificio deve essere effettuata con particolari cautele, impiegando esclusivamente metodi ad umido con materiali a perdere e/o aspiratori con filtri ad alta efficienza. La manutenzione ed il cambio dei filtri degli aspiratori sono operazioni che comportano esposizione a fibre di amianto e devono essere effettuate in un'area isolata, da parte di operatori muniti di mezzi individuali di protezione. Ai sensi delle leggi vigenti, il personale addetto alle attività di manutenzione e di custodia deve essere considerato professionalmente esposto ad amianto.

5 - MISURE DI SICUREZZA DA RISPETTARE DURANTE GLI INTERVENTI DI BONIFICA.

5a) Materiali friabili.

I lavori di bonifica di materiali friabili contenenti amianto dovranno essere eseguiti attenendosi alle raccomandazioni contenute nei punti seguenti:

1 - ALLESTIMENTO DEL CANTIERE.

Se l'ambiente in cui avviene la rimozione non è naturalmente confinato, occorre provvedere alla realizzazione di un confinamento artificiale con idonei divisori.

Prima dell'inizio del lavoro, la zona dovrà essere sgombrata da tutti i mobili e le attrezzature che possono essere spostati.
Se i mobili e/o le attrezzature sono coperte da detriti o polvere, devono essere puliti a umido prima dello spostamento dalla zona di lavoro.

Tutti i mobili e le attrezzature che non possono essere spostati devono essere completamente ricoperti con fogli di plastica di spessore adeguato ed accuratamente sigillati sul posto.

Tutte le armature per l'illuminazione presente devono essere tolte, pulite e sigillate in fogli di plastica e depositate in zona di sicurezza incontaminata.

Devono essere asportati tutti gli equipaggiamenti di ventilazione e riscaldamento e altri elementi smontabili, puliti e tolti dalla zona di lavoro.

Tutti gli oggetti inamovibili devono essere sigillati, in modo tale che non vengano danneggiati e/o contaminati durante il lavoro.

Devono essere rimossi tutti i filtri dei sistemi di riscaldamento, ventilazione e condizionamento. I filtri sostituiti vanno posti in sacchi sigillati di plastica per essere smaltiti come rifiuti contenenti amianto. I filtri permanenti vanno puliti a umido e reinstallati.

Tutte le aperture di ventilazione, le attrezzature fisse, gli infissi e radiatori, devono essere sigillati sul posto, uno per uno, con fogli di plastica chiusi da nastro adesivo fino a che il lavoro, pulizia compresa, non sarà completato.

Il pavimento dell'area di lavoro dovrà essere ricoperto con uno o più fogli di polietilene di spessore adeguato. Le giunzioni saranno unite con nastro impermeabile; la copertura del pavimento dovrà estendersi alla parete per almeno 500 mm.

Tutte le pareti della zona di lavoro saranno ricoperte con fogli di polietilene di spessore adeguato e sigillate sul posto con nastro a prova di umidità.

Tutte le barriere di fogli di plastica e l'isolamento della zona vanno mantenuti durante tutta la preparazione del lavoro.

Bisognerà effettuare ispezioni periodiche per assicurare che le barriere siano funzionanti.

Tutti i cavedii e le altre possibili comunicazioni per il passaggio di cavi, tubazioni, ecc. devono essere individuati e sigillati. I bordi delle barriere temporanee, i fori e le fessure vanno tamponati con silicone o schiume espanse. Porte e finestre vanno sigillate applicando prima nastro adesivo sui bordi e coprendole successivamente con un telo di polietilene di superficie più estesa delle aperture.

Deve essere predisposta un'uscita di sicurezza per consentire una rapida via di fuga, realizzata con accorgimenti tali da non compromettere l'isolamento dell'area di lavoro (ad es. telo di polietilene da tagliare in caso di emergenza). Deve essere installato un impianto temporaneo di alimentazione elettrica, di tipo stagno e collegato alla messa a terra. I cavi devono essere disposti in modo da non creare intralcio al lavoro e non essere danneggiati accidentalmente.

Per realizzare un efficace isolamento dell'area di lavoro è necessario, oltre all'installazione delle barriere (confinamento statico), l'impiego di un sistema di estrazione dell'aria che metta in depressione il cantiere di bonifica rispetto all'esterno (confinamento dinamico). Il sistema di estrazione deve garantire un gradiente di pressione tale che, attraverso i percorsi di accesso al cantiere e le inevitabili imperfezioni delle barriere di confinamento, si verifichi un flusso d'aria dall'esterno verso l'interno del cantiere in modo da evitare qualsiasi fuoriuscita di fibre. Nello stesso tempo questo sistema garantisce il rinnovamento dell'aria e riduce la concentrazione delle fibre di amianto aerodisperse all'interno dell'area di lavoro.

L'aria aspirata deve essere espulsa all'esterno dell'area di lavoro, quando possibile fuori dall'edificio.

L'uscita del sistema di aspirazione deve attraversare le barriere di confinamento; l'integrità delle barriere deve essere mantenuta sigillando i teli di polietilene con nastro adesivo intorno all'estrattore o al tubo di uscita.

L'aria inquinata aspirata dagli estrattori deve essere efficacemente filtrata prima di essere emessa all'esterno del cantiere.

Gli estrattori devono essere muniti di un filtro HEPA (alta efficienza: 99.97 DOP).

Gli estrattori devono essere messi in funzione prima che qualsiasi materiale contenente amianto venga manomesso e devono funzionare ininterrottamente (24 ore su 24) per mantenere il confinamento dinamico fino a che la decontaminazione dell'area di lavoro non sia completa. Non devono essere spenti alla fine del turno di lavoro né durante le eventuali pause.

In caso di interruzione di corrente o di qualsiasi altra causa accidentale che provochi l'arresto degli estrattori, l'attività di rimozione deve essere interrotta; tutti i materiali di amianto già rimossi e caduti devono essere insaccati finché sono umidi.

L'estrattore deve essere provvisto di un manometro che consenta di determinare quando i filtri devono essere sostituiti.

Il cambio dei filtri deve avvenire all'interno dell'area di lavoro, ad opera di personale munito di mezzi di protezione individuale per l'amianto.

Tutti i filtri usati devono essere insaccati e trattati come rifiuti contaminati da amianto.

2 - COLLAUDO DEL CANTIERE.

Dopo che è stato completato l'allestimento del cantiere, compresa l'installazione dell'unità di decontaminazione e prima dell'inizio di qualsiasi operazione che comporti la manomissione dell'amianto, i sistemi di confinamento devono essere collaudati mediante prove di tenuta.

a) *Prova della tenuta con fumogeni.*

Ad estrattori spenti l'area di lavoro viene saturata con un fumogeno e si osservano, dall'esterno del cantiere, le eventuali fuoriuscite di fumo. Occorre ispezionare, a seconda delle situazioni le barriere di confinamento, il perimetro esterno dell'edificio, il piano sovrastante. Tutte le falle individuate vanno sigillate dall'interno.

b) *Collaudo della depressione.*

Si accendono gli estrattori uno alla volta e si osservano i teli di plastica delle barriere di confinamento: questi devono rigonfiarsi leggermente formando un ventre rivolto verso l'interno dell'area di lavoro. La direzione del flusso dell'aria viene verificata utilizzando fialette fumogene. Il test deve essere effettuato, in particolare, all'esterno del cantiere, in prossimità delle eventuali aperture per l'immissione passiva di aria e nei locali dell'unità di decontaminazione, in condizioni di quiete e durante l'apertura delle porte. Si deve osservare che il fumo venga sempre richiamato verso l'interno dell'area di lavoro. La misura della depressione può essere effettuata con un manometro differenziale, munito di due sonde che vengono collocate una all'interno e l'altra all'esterno dell'area di lavoro.

3 - AREA DI DECONTAMINAZIONE.

Dovrà essere approntato un sistema di decontaminazione del personale, composto da 4 zone distinte, come qui sotto descritte.

***a)* Locale di equipaggiamento.**

Questa zona avrà due accessi, uno adiacente all'area di lavoro e l'altro adiacente al locale doccia. Pareti, soffitto e pavimento saranno ricoperti con un foglio di plastica di spessore adeguato. Un apposito contenitore di plastica deve essere sistemato in questa zona per permettere agli operai di riporvi il proprio equipaggiamento prima di passare al locale doccia.

***b)* Locale doccia.**

La doccia sarà accessibile dal locale equipaggiamento e dalla chiusa d'aria.

Questo locale dovrà contenere come minimo una doccia con acqua calda e fredda e sarà dotato ove possibile di servizi igienici. Dovrà essere assicurata la disponibilità continua di sapone in questo locale.

Le acque di scarico delle docce devono essere convenientemente filtrate prima di essere scaricate.

***c)* Chiusa d'aria.**

La chiusa d'aria dovrà essere costruita tra il locale doccia ed il locale spogliatoio incontaminato. La chiusa d'aria consisterà in uno spazio largo circa 1.5 m con due accessi. Uno degli accessi dovrà rimanere sempre chiuso: per ottenere ciò è opportuno che gli operai attraversino la chiusa d'aria uno alla volta.

***d)* Locale incontaminato (spogliatoio).**

Questa zona avrà un accesso dall'esterno (aree incontaminate) ed un'uscita attraverso la chiusa d'aria. Il locale dovrà essere munito di armadietti per consentire agli operai di riporre gli abiti dall'esterno.

Quest'area servirà anche come magazzino per l'equipaggiamento pulito.

4 - PROTEZIONE DEI LAVORATORI.

Prima dell'inizio dei lavori, gli operai devono venire istruiti ed informati sulle tecniche di rimozione dell'amianto, che dovranno includere un programma di addestramento all'uso delle maschere respiratorie, sulle procedure per la rimozione, la decontaminazione e la pulizia del luogo di lavoro.

Gli operai devono essere equipaggiati con adatti dispositivi di protezione individuali delle vie respiratorie (vedi Allegato 4), devono inoltre essere dotati di un sufficiente numero di indumenti protettivi completi. Questi indumenti saranno costituiti da tuta e copricapo. Gli indumenti a perdere e le coperture per i piedi devono essere lasciati nella stanza dell'equipaggiamento contaminato sino al termine dei lavori di bonifica dell'amianto, ed a quel punto dovranno essere immagazzinati come gli scarti dell'amianto. Tutte le volte che si lascia la zona di lavoro è necessario sostituire gli indumenti protettivi con altri incontaminati.

È necessario che gli indumenti protettivi siano:

— di carta o tela plastificata a perdere. In tal caso sono da trattare come rifiuti inquinanti e quindi da smaltire come i materiali di risulta provenienti dalle operazioni di bonifica;

— di cotone o altro tessuto a tessitura compatta (da pulire a fine turno con accurata aspirazione, porre in contenitori chiusi e lavare dopo ogni turno a cura della impresa o in lavanderia attrezzata);

— sotto la tuta l'abbigliamento deve essere ridotto al minimo (un costume da bagno o biancheria a perdere).

Elencare ed affiggere, nel locale dell'equipaggiamento e nel locale di pulizia, le procedure di lavoro e di decontaminazione che dovranno essere seguite dagli operai.

Procedure di accesso all'area di lavoro.

Accesso alla zona: ciascun operaio dovrà togliere gli indumenti nel locale spogliatoio incontaminato ed indossare un respiratore dotato di filtri efficienti ed indumenti protettivi, prima di accedere alla zona di equipaggiamento ed accesso all'area di lavoro.

Uscita dalla zona di lavoro: ciascun operaio dovrà ogni volta che lascia la zona di lavoro, togliere la contaminazione piu evidente dagli indumenti prima di lasciare l'area di lavoro, mediante un aspiratore; proseguire verso la zona dell'equipaggiamento, adempiere alle procedure seguenti:

— togliere tutti gli indumenti eccetto il respiratore,

— sempre indossando il respiratore e nudi, entrare nel locale doccia, pulire l'esterno del respiratore con acqua e sapone;

- togliere i filtri sciacquarli e riporli nel contenitore predisposto per tale uso;

— lavare ed asciugare l'interno del respiratore.

Dopo aver fatto la doccia ed essersi asciugato, l'operaio proseguirà verso il locale spogliatoio dove indosserà gli abiti per l'esterno alla fine della giornata di lavoro, oppure tute pulite prima di mangiare, fumare, bere o rientrare nella zona di lavoro.

I copripiedi contaminati devono essere lasciati nel locale equipaggiamento quando non vengono usati nell'area di lavoro. Al termine del lavoro di rimozione trattarli come scarti contaminati oppure pulirli a fondo, sia all'interno che all'esterno usando acqua e sapone, prima di spostarli dalla zona di lavoro o dalla zona di equipaggiamento. Immagazzinare gli abiti da lavoro nel locale equipaggiamento per il riutilizzo dopo averli decontaminati con un aspiratore, oppure metterli nel contenitore per il deposito assieme agli altri materiali contaminati da amianto.

Gli operai non devono mangiare, bere, fumare sul luogo di lavoro, fatta eccezione per l'apposito locale incontaminato.

Gli operai devono essere completamente protetti, con idoneo respiratore ed indumenti protettivi durante la preparazione dell'area di lavoro prima dell'inizio della rimozione dell'amianto e fino al termine delle operazioni conclusive di pulizia della zona interessata.

5 - TECNICHE DI RIMOZIONE.

A meno di specifiche controindicazioni tecniche, di norma, la rimozione dell'amianto deve avvenire ad umido. Per l'imbibizione del materiale possono essere usati agenti surfattanti (soluzioni acquose di etere ed estere di poliossietilene) o impregnanti (prodotti vinil-acrilici comunemente usati per l'incapsulamento).

Generalmente e sufficiente bagnare l'amianto con un getto diffuso a bassa pressione, spruzzando il materiale una prima volta per bagnare la superficie e poi una seconda volta per ottenere la saturazione. Quando, per lo spessore del rivestimento o per la presenza di trattamenti di superficie, non e possibile ottenere un'impregnazione totale con questa tecnica, si praticano dei fori nel materiale attraverso i quali la soluzione imbibente viene iniettata in profondità. Si deve comunque evitare il ruscellamento dell'acqua. La rimozione dell'amianto deve iniziare nel punto più lontano dagli estrattori e procedere verso di essi, secondo la direzione del flusso dell'aria, in modo che, man mano che procede il lavoro, le fibre che si liberano per l'intervento siano allontanate dalle aree già decoibentate. L'amianto rimosso deve essere insaccato immediatamente e comunque prima che abbia il tempo di essiccare

A tal fine dovranno lavorare contemporaneamente almeno due operai: uno addetto alla rimozione dell'amianto e l'altro addetto a raccogliere l'amianto caduto e ad insaccarlo. I sacchi pieni saranno sigillati immediatamente.

Dopo una prima rimozione grossolana, effettuata generalmente con raschietti a mano, le superfici rivestite vengono spazzolate ad umido in modo da asportare tutti i residui visibili di amianto. Al termine delle operazioni di rimozione le superfici decoibentate devono essere trattate con un prodotto sigillante per fissare tutte le fibre che possono non essere state asportate. L'imballaggio e l'allontanamento dei rifiuti dovrà essere effettuato adottando idonee cautele per evitare una contaminazione di amianto all'esterno dell'area di lavoro.

6 - IMBALLAGGIO DEI RIFIUTI CONTENENTI AMIANTO.

L'imballaggio deve essere effettuato con tutti gli accorgimenti atti a ridurre il pericolo di rotture accidentali. Tutti i materiali devono essere avviati al trasporto in doppio contenitore, imballando separatamente i materiali taglienti. Il primo contenitore deve essere un sacco di materiale impermeabile (polietilene), di spessore adeguato (almeno 0.15 mm); come secondo contenitore possono essere utilizzati sacchi o fusti rigidi. I sacchi vanno riempiti per non più di due terzi, in modo che il peso del sacco pieno non ecceda i 30 kg. L'aria in eccesso dovrebbe essere aspirata con un aspiratore a filtri assoluti; la chiusura andrebbe effettuata a mezzo termosaldatura o doppio legaccio. Tutti i contenitori devono essere etichettati. L'uso del doppio contenitore è fondamentale, in quanto il primo sacco, nel quale l'amianto viene introdotto appena rimosso all'interno del cantiere, è inevitabilmente contaminato. Il secondo contenitore non deve mai essere portato dentro l'area di lavoro, ma solo nei locali puliti dell'unità di decontaminazione

7 - MODALITÀ DI ALLONTANAMENTO DEI RIFIUTI DALL'AREA DI LAVORO

L'allontanamento dei rifiuti dall'area di lavoro deve essere effettuato in modo da ridurre il più possibile il pericolo di dispersione di fibre. A tal fine il materiale viene insaccato nell'area di lavoro e i sacchi, dopo la chiusura e una prima pulizia della superficie, vanno portati nell'unità di decontaminazione. Quando ciò sia possibile è preferibile che venga installata una distinta U.O. destinata esclusivamente al passaggio dei materiali. Questa deve essere costituito da almeno tre locali: il primo è un'area di lavaggio dei sacchi; il successivo è destinato al secondo insaccamento; nell'ultimo locale i sacchi vengono depositati per essere successivamente allontanati dall'area di lavoro.

All'interno dell'unità operano due distinte squadre di lavoratori: la prima provvede al lavaggio, al secondo insaccamento ed al deposito dei sacchi; la seconda entra dall'esterno nell'area di deposito e porta fuori i rifiuti. La presenza di due squadre è necessaria per impedire che i lavoratori provenienti dall'area di lavoro escano all'esterno indossando indumenti contaminati, provocando così un'inevitabile dispersione di fibre. Nessun operatore deve mai utilizzare questo percorso per entrare o uscire dall'area di lavoro. A tal fine è opportuno che l'uscita dei sacchi avvenga in un'unica fase, al termine delle operazioni di rimozione e che, fino al quel momento, il percorso rimanga sigillato.

Quando venga utilizzato per l'evacuazione dei materiali l'U.D. destinata agli operatori il lavaggio dei sacchi deve avvenire nel locale doccia, il secondo insaccamento nella chiusa d'aria, mentre il locale incontaminato sarà destinato al deposito. In tali casi dovranno essere previste tre squadre di operatori: la prima introduce i sacchi dall'area di lavoro nell'unità, la seconda esegue le operazioni di lavaggio e insaccamento all'interno dell'unità, la terza provvede all'allontanamento dei sacchi. In entrambi i casi tutti gli operatori, tranne quelli addetti all'ultima fase di allontanamento, devono essere muniti di mezzi di protezione e seguire le procedure di decontaminazione per uscire dall'area di lavoro.

I sacchi vanno movimentati evitando il trascinamento; è raccomandato l'uso di un carrello chiuso. Ascensori e montacarichi, eventualmente utilizzati, vanno rivestiti con teli di polietilene, in modo che possano essere facilmente decontaminati nell'eventualità della rottura di un sacco. Il percorso dal cantiere all'area di stoccaggio in attesa del trasporto in discarica deve essere preventivamente studiato, cercando di evitare, per quanto possibile, di attraversare aree occupate dell'edificio.

Fino al prelevamento da parte della ditta autorizzata al trasporto, i rifiuti devono essere depositati in un'area all'interno dell'edificio, chiusa ed inaccessibile agli estranei. Possono essere utilizzati in alternativa anche container scarrabili, purché chiusi anche nella parte superiore e posti in un'area controllata.

8 - TECNICHE DI INCAPSULAMENTO.

La scelta del tipo di incapsulante dipende dalle caratteristiche del rivestimento in amianto e dagli scopi dell'intervento. A causa della variabilità delle situazioni che si possono presentare, prima di essere impiegato, il prodotto deve essere testato direttamente sul materiale da trattare. Se si usano incapsulanti ricoprenti bisogna verificarne l'aderenza al rivestimento; se si usano incapsulanti penetranti bisogna controllarne la capacità di penetrazione e di garantire l'aderenza al supporto del rivestimento. In tutti i casi, bisogna sempre verificare preventivamente la capacità del rivestimento di sopportare il peso dell'incapsulante. Preliminarmente la superficie del rivestimento di amianto deve essere aspirata; devono essere rimossi tutti i frammenti pendenti del rivestimento di amianto e le parti distaccate dal substrato. L'integrità del rivestimento deve essere restaurata utilizzando materiali senza amianto che presentino una sufficiente affinità con il rivestimento esistente e con il prodotto incapsulante impiegato. L'incapsulante deve essere applicato con un'apparecchiatura a spruzzo «airless», al fine di ridurre la liberazione di fibre per l'impatto del prodotto. Il trattamento completo può richiedere l'applicazione di 2 o 3 strati successivi.

9 - DECONTAMINAZIONE DEL CANTIERE.

Durante i lavori di rimozione è necessario provvedere a periodiche pulizie della zona di lavoro dal materiale di amianto. Questa pulizia periodica e l'insaccamento del materiale impedirà una concentrazione pericolosa di fibre disperse.

Tutti i fogli di plastica, i nastri, il materiale di pulizia, gli indumenti ed altro materiale a perdere utilizzato nella zona di lavoro dovranno essere imballati in sacchi di plastica sigillabili e destinati alla discarica.

Bisogna fare attenzione nel raccogliere la copertura del pavimento per ridurre il più possibile la dispersione di residui contenenti amianto. I sacchi saranno identificati con etichette di segnalazione pericolo a norma di legge.

I fogli di polietilene verticali ed orizzontali dovranno essere trattati con prodotti fissanti e successivamente rimossi per essere insaccati come i rifiuti di amianto. Bisogna fare attenzione nel ripiegare i fogli per ridurre il più possibile la dispersione di eventuali residui contenenti amianto. I singoli fogli di plastica messi su tutte le aperture, i condotti di ventilazione, gli stipiti, i radiatori, devono rimanere al loro posto. I fogli verticali, a copertura delle pareti devono essere mantenuti fino a che non è stata fatta una prima pulizia.

Tutte le superfici nell'area di lavoro, compreso i mobili, gli attrezzi ed i fogli di plastica rimasti dovranno essere puliti usando una segatura bagnata ed un aspiratore con filtri tipo Vacuum Cleaner.

L'acqua, gli stracci e le ramazze utilizzati per la pulizia devono essere sostituiti periodicamente per evitare il propagarsi delle fibre di amianto.

Dopo la prima pulizia, i fogli verticali rimasti devono essere tolti con attenzione ed insaccati, come pure i fogli che coprono le attrezzature per la illuminazione, gli stipiti, etc.

L'area di lavoro deve essere nebulizzata con acqua o una soluzione diluita di incapsulante in modo da abbattere le fibre aerodisperse.

Conclusa la seconda operazione di pulizia, dovrà essere effettuata un'ispezione visiva di tutta la zona di lavoro (su tutte le superfici, incluse le travi e le impalcature) per assicurarsi che l'area sia sgombra da polvere. Se, dopo la seconda pulizia ad umido, sono visibili ancora dei residui, le superfici interessate devono essere nuovamente pulite ad umido.

Le zone devono essere lasciate pulite a vista.

Ispezionare tutti i condotti, specialmente le sezioni orizzontali per cercare eventuali residui contenenti amianto, e aspirarli usando un aspiratore a vuoto.

È consigliabile accertare l'agibilità della zona entro 48 ore successive al termine del lavoro mediante campionamenti dell'aria secondo quanto indicato in allegato.

Una volta accertata la rispondenza della zona di lavoro a quanto richiesto, si potranno togliere i sigilli a ventilatori e radiatori e rendere di nuovo accessibile la zona.

10 - PROTEZIONE DELLE ZONE ESTERNE ALL'AREA DI LAVORO.

Nello svolgimento del lavoro dovranno essere prese tutte le precauzioni per proteggere le zone adiacenti non interessate dalla contaminazione da polvere o detriti contenenti amianto.

Giornalmente dovrà essere fatta la pulizia, con aspirazione a secco o con metodo ad umido, di qualsiasi zona al di fuori dell'area di lavoro o di passaggio che sia stata contaminata da polvere o da altri residui conseguenti al lavoro fatto.

11 - MONITORAGGIO AMBIENTALE.

Durante l'intervento di bonifica dovrà essere garantito a carico del committente dei lavori un monitoraggio ambientale delle fibre aerodisperse nelle aree circostanti il cantiere di bonifica al fine di individuare tempestivamente un'eventuale diffusione di fibre di amianto nelle aree incontaminate.

Il monitoraggio deve essere eseguito quotidianamente dall'inizio delle operazioni di disturbo dell'amianto fino alle pulizie finali. Devono essere controllate in particolare:

— le zone incontaminate in prossimità delle barriere di confinamento;

— l'uscita del tunnel di decontaminazione o il locale incontaminato dello spogliatoio.

Campionamenti sporadici vanno effettuati all'uscita degli estrattori, all'interno dell'area di lavoro e durante la movimentazione dei rifiuti.

I risultati devono essere noti in tempo reale o, al massimo, entro le 24 ore successive.

Per questo tipo di monitoraggio si adotteranno tecniche analitiche di MOCF. Sono previste due soglie di allarme:

1) Preallarme - Si verifica ogni qual volta i risultati dei monitoraggi effettuati all'esterno dell'area di lavoro mostrano una netta tendenza verso un aumento della concentrazione di fibre aerodisperse;

2) Allarme - Si verifica quando la concentrazione di fibre aerodisperse supera il valore di 50 ff/l.

Lo stato di preallarme prevede le seguenti procedure:

— sigillatura di eventuali montacarichi (divieto di entrata e di uscita);

— sospensione delle attività in cantiere e raccolta di tutto il materiale rimosso;

— ispezione delle barriere di confinamento;

— nebulizzazione all'interno del cantiere e all'esterno nella zona dove si è rilevato l'innalzamento della concentrazione di fibre;

— pulizia impianto di decontaminazione;

— monitoraggio (verifica).

Lo stato di allarme prevede le stesse procedure di preallarme, più:

— comunicazione immediata all'autorità competente (USL);

— sigillatura ingresso impianto di decontaminazione;

— accensione estrattore zona esterna;

— nebulizzazione zona esterna con soluzione incollante;

— pulizia pareti e pavimento zona esterna ad umido con idonei materiali;

— monitoraggio.

5b) Tubazioni e tecniche di glove-bag.

Tecniche di glove-bag.

Nel caso di limitati interventi su tubazioni rivestite in amianto per la rimozione di piccole superfici di coibentazione (ad es. su tubazioni o valvole o giunzioni o su ridotte superfici od oggetti da liberare per altri interventi), è utilizzabile la tecnica del glove-bag (celle di polietilene, dotate di guanti interni per l'effettuazione del lavoro), con l'adozione delle seguenti procedure:

— nel glove-bag vanno introdotti, prima della sigillatura a tenuta stagna, attorno al tubo o intorno alla zona interessata, tutti gli attrezzi necessari; ci deve essere un sistema di spruzzatura degli agenti bagnanti (per l'imbibizione del materiale da rimuovere) o sigillanti (per l'incapsulamento della coibentazione che rimane in opera) e un ugello di aspirazione da collegare ad aspiratore dotato di filtro di efficienza HEPA per la messa in depressione della cella ove possibile in continuo e sempre a fine lavoro;

— gli addetti alla scoibentazione con glove-bag devono indossare indumenti protettivi a perdere e mezzi di protezione delle vie respiratorie (vedi allegato 4);

— precauzionalmente e preliminarmente alla installazione del glove-bag la zona deve essere ove possibile circoscritta e confinata (con teli di polietilene, sigillando le aperture di comunicazione con l'esterno e ricoprendo pavimento ed eventuali arredi sottostanti il punto di lavoro);

— durante l'uso del glove-bag deve essere vietato l'accesso a personale non direttamente addetto nel locale o nell'area dove ha luogo l'intervento;

— deve essere tenuto a disposizione un aspiratore a filtri assoluti per intervenire in caso di eventuali perdite di materiale dalla cella;

— il glove-bag deve essere installato in modo da ricoprire interamente il tubo o la zona dove si deve operare; tutte le aperture devono essere ermeticamente sigillate;

— la procedura di rimozione dell'amianto è quella usuale: imbibizione del materiale, pulizia delle superfici da cui è stato rimosso con spazzole, lavaggi e spruzzatura di incapsulanti;

— a fine lavoro la cella è messa in depressione collegando l'apposito ugello all'aspiratore con filtro assoluto; quindi viene pressata, «strozzata» con nastro adesivo, tenendo all'interno il materiale rimosso, svincolata ed avviata a smaltimento secondo le usuali procedure per i rifiuti contenenti amianto;

— la tecnica glove-bag non è utilizzabile per tubazioni di grosso diametro e/o temperatura superiore a 60 °C.

Bonifica di grandi strutture coibentate.

Nel caso di interventi di bonifica di intere strutture coibentate (es. grosse tubazioni o caldaie o elementi coibentati di macchina) sono da preferirsi, se tecnicamente possibili, idonee procedure di rimozione dell'intera struttura, o di parti consistenti di essa, con la coibentazione ancora in opera e la successiva scoibentazione in apposita zona confinata, allestita secondo le procedure già descritte.

In questo caso o nel caso in cui direttamente strutture coibentate in amianto (es. tubazioni, caldaie etc.) debbano essere smontate o smantellate (ad es. per essere sostituite) deve procedersi come segue:

— se esistono soluzioni di continuità nella coibentazione lo smontaggio o l'eventuale taglio deve avvenire in corrispondenza di questi punti esenti da amianto, dopo aver provveduto a fasciare e sigillare accuratamente tutta la superficie coibentata (per impedire che sollecitazioni alla struttura mettano in circolo fibre nell'aria);

— se la coibentazione non ha punti di interruzione utili, si rimuove, con le procedure della zona confinata o dei glove-bag, la superficie più ridotta possibile di coibentazione; si può quindi procedere al taglio o allo smontaggio nella zona liberata dall'amianto, dopo sfasciatura e sigillatura della coibentazione rimasta in opera;

— la movimentazione dei pezzi così ottenuti va condotta con la massima attenzione per non danneggiare la protezione della coibentazione;

— devono essere sempre a disposizione le attrezzature per interventi che si rendessero necessari in caso di liberazione di fibre nell'aria (aspiratori con filtri ad efficienza HEPA, incapsulanti etc.).

6 - CRITERI PER LA CERTIFICAZIONE DELLA RESTITUIBILITA DI AMBIENTI BONIFICATI.

6a) Criteri guida generali.

Le operazioni di certificazione di restituibilità di ambienti bonificati dall'amianto, effettuate per assicurare che le aree interessate possono essere rioccupate con sicurezza, **dovranno essere eseguite da funzionari della USL competente. Le spese relative al sopralluogo ispettivo ed alla determinazione della concentrazione di fibre aerodisperse sono a carico del committente i lavori di bonifica**

I principali criteri da seguire durante la certificazione sono:

— assenza di residui di materiali contenenti amianto entro l'area bonificata;

— assenza effettiva di fibre di amianto nell'atmosfera compresa nell'area bonificata.

Per la verifica di questi criteri occorre seguire una procedura che comporta l'ispezione visuale preventiva e quindi il campionamento dell'aria che deve avvenire operando in modo opportuno per disturbare le superfici nell'area interessata (campionamento aggressivo). Il campionamento dell'aria può avvenire solo se l'area è priva di residui visibili di amianto.

L'esperienza ha mostrato che durante le operazioni di certificazione i livelli di concentrazione di amianto molto raramente superano i valori limite indicati nelle varie normative vigenti nazionali e internazionali. Di conseguenza il livello di protezione richiesto per il personale addetto alle operazioni di certificazione può essere notevolmente ridotto, in modo ragionevolmente praticabile, al fine di consentire la mobilità, l'accesso e la visibilità.

Prima di procedere alla ispezione visuale tutte le superfici all'interno dell'area operativa bonificata devono essere adeguatamente asciutte. Poiché spesso l'ispezione richiede l'accesso visuale in luoghi non sufficientemente illuminati, è necessario disporre di torce elettriche portatili.

L'ispezione visuale deve essere quanto più accurata possibile e deve comprendere non solo i luoghi e le superfici a vista, ma anche ogni altro luogo parzialmente o completamente nascosto, anche se di piccole dimensioni (quali angoli, rientranze, sporgenze sulle pareti, sul soffitto e sul pavimento).

L'ispezione deve essere condotta dopo la rimozione dei teli in polietilene utilizzati durante la bonifica ma mentre l'area è ancora confinata (prima della rimozione delle barriere, dell'unità di decontaminazione e della sigillatura di porte, finestre e impianto di ventilazione).

I sigillanti devono essere usati, ma solo dopo l'ispezione e prima del campionamento aggressivo finale, per incapsulare residui di amianto presenti in luoghi difficilmente accessibili o difficilmente praticabili.

Il campionamento aggressivo comporta il disturbo con mezzi meccanici di tutte le superfici accessibili, di regola iniziando da quelle verticali e quindi operando su quelle orizzontali. Può essere utile mantenere negli ambienti interessati l'aria in movimento, creando anche una omogeneizzazione della concentrazione, mediante ventilatori di potenza ridotta. Poiché tali operazioni provocano la diffusione di fibre nell'atmosfera, è importante che siano predisposte tutte le misure necessarie per la protezione degli operatori e per il controllo della eventuale fuoriuscita di polvere. Le operazioni di disturbo debbono iniziare contemporaneamente alla partenza degli apparecchi di campionamento.

Effettuare, indicativamente, due campionamenti per superfici fino a 50 m², almeno tre campionamenti per superfici fino a 200 m², un ulteriore campionamento ogni 200 m² in più. Per aree bonificate maggiori di 600 m² si può usare un numero di campioni minore. Nel caso di ambienti con molte stanze separate può essere necessario effettuare misure in ogni stanza.

Questi criteri hanno valore generale e possono essere adattati ad esigenze particolari relative a casi specifici.

6b) Criteri per la certificazione della restituibilità.

I locali dovranno essere riconsegnati a conclusione dei lavori di bonifica con certificazioni finali attestanti che:

***a)* sono state eseguite, nei locali bonificati, valutazioni della concentrazione di fibre di amianto aerodisperse mediante l'uso della microscopia elettronica in scansione;**

***b)* è presente, nei locali stessi, una concentrazione media di fibre aerodisperse non superiore alle 2 ff/l.**

I metodi analitici da impiegare vengono riportati nell'allegato 2.

7 - COPERTURE IN CEMENTO-AMIANTO.

7a) Bonifica delle coperture in cemento-amianto.

Le lastre piane o ondulate di cemento-amianto, impiegate per copertura in edilizia, sono costituite da materiale non friabile che, quando è nuovo o in buono stato di conservazione, non tende a liberare fibre spontaneamente. Il cemento-amianto, quando si trova all'interno degli edifici, anche dopo lungo tempo, non va incontro ad alterazioni significative tali da determinare un rilascio di fibre, se non viene manomesso. Invece, lo stesso materiale esposto ad agenti atmosferici subisce un progressivo degrado per azione delle piogge acide, degli sbalzi termici, dell'erosione eolica e di microrganismi vegetali. Di conseguenza, dopo anni dall'installazione si possono determinare alterazioni corrosive superficiali con affioramento delle fibre e fenomeni di liberazione.

I principali indicatori utili per valutare lo stato di degrado delle coperture in cemento-amianto, in relazione al potenziale rilascio di fibre, sono:

— la friabilità del materiale;

— lo stato della superficie ed in particolare l'evidenza di affioramenti di fibre;

— la presenza di sfaldamenti, crepe o rotture;

— la presenza di materiale friabile o polverulento in corrispondenza di scoli d'acqua, grondaie, ecc.;

— la presenza di materiale polverulento conglobato in piccole stalattiti in corrispondenza dei punti di gocciolamento.

La bonifica delle coperture in cemento-amianto viene necessariamente effettuata in ambiente aperto, non confinabile, e, pertanto, deve essere condotta limitando il più possibile la dispersione di fibre.

I metodi di bonifica applicabili sono:

a) Rimozione.

Le operazioni devono essere condotte salvaguardando l'integrità del materiale in tutte le fasi dell'intervento. Comporta la produzione di notevoli quantità di rifiuti contenenti amianto che devono essere correttamente smaltiti. Comporta la necessità di installare una nuova copertura in sostituzione del materiale rimosso;

b) Incapsulamento.

Possono essere impiegati prodotti impregnanti, che penetrano nel materiale legando le fibre di amianto tra loro e con la matrice cementizia, e prodotti ricoprenti, che formano una spessa membrana sulla superficie del manufatto. I ricoprenti possono essere convenientementeadditivati con sostanze che ne accrescono la resistenza agli agenti atmosferici e ai raggi U.V. e con pigmenti. Generalmente, i risultati più efficaci e duraturi si ottengono con l'impiego di entrambi i prodotti.

Può essere conveniente applicare anche sostanze ad azione biocida.

L'incapsulamento richiede necessariamente un trattamento preliminare della superficie del manufatto, al fine di pulirla e di garantire l'adesione del prodotto incapsulante. Il trattamento deve essere effettuato con attrezzature idonee che evitino la liberazione di fibre di amianto nell'ambiente e consentano il recupero ed il trattamento delle acque di lavaggio;

c) Sopracopertura.

Il sistema della sopracopertura consiste in un intervento di confinamento realizzato installando una nuova copertura al di sopra di quella in amianto-cemento, che viene lasciata in sede quando la struttura portante sia idonea a sopportare un carico permanente aggiuntivo. Per tale scelta il costruttore od il committente devono fornire il calcolo delle portate dei sovraccarichi accidentali previsti per la relativa struttura.

L'installazione comporta generalmente operazioni di foratura dei materiali di cemento-amianto, per consentire il fissaggio della nuova copertura e delle infrastrutture di sostegno, che determinano liberazione di fibre di amianto.

La superficie inferiore della copertura in cemento-amianto non viene confinata e rimane, quindi, eventualmente accessibile dall'interno dell'edificio, in relazione alle caratteristiche costruttive del tetto.

Nel caso dell'incapsulamento e della sopracopertura si rendono necessari controlli ambientali periodici ed interventi di normale manutenzione per conservare l'efficacia e l'integrità dei trattamenti stessi.

7b) Misure di sicurezza durante gli interventi sulle coperture in cemento amianto.

1 - CARATTERISTICHE DEL CANTIERE.

Le aree in cui avvengono operazioni di rimozione di prodotti in cemento-amianto che possono dar luogo a dispersione di fibre devono essere temporaneamente delimitate e segnalate.

2 - MISURE DI SICUREZZA ANTINFORTUNISTICHE.

La bonifica delle coperture in cemento-amianto comporta un rischio specifico di caduta per sfondamento delle lastre. A tal fine, fermo restando quanto previsto dalle norme antinfortunistiche per i cantieri edili, dovranno in particolare essere realizzate idonee opere provvisionali per la protezione dal rischio di caduta, ovvero adottati opportuni accorgimenti atti a rendere calpestabili le coperture (realizzazione di camminamenti in tavole da ponte; posa di rete metallica antistrappo sulla superficie del tetto).

3 - PROCEDURE OPERATIVE.

Rimozione delle coperture.

Lastre ed altri manufatti di copertura in cemento-amianto devono essere adeguatamente bagnati prima di qualsiasi manipolazione o movimentazione. Nel caso di pedonamento della copertura, devono essere usati prodotti collanti, vernicianti o incapsulanti specifici che non comportino pericolo di scivolamento. La bagnatura dovrà essere effettuata mediante nebulizzazione o a pioggia, con pompe a bassa pressione. In nessun caso si dovrà fare uso di getti d'acqua ad alta pressione.

Qualora si riscontri un accumulo di fibre di amianto nei canali di gronda, questi devono essere bonificati inumidendo con acqua la crosta presente sino ad ottenere una fanghiglia densa che, mediante palette e contenitori a perdere, viene posta all'interno di sacchi di plastica. Questi sacchi, sigillati con nastro adesivo, vanno smaltiti come rifiuti di amianto.

Le lastre devono essere rimosse senza romperle evitando l'uso di strumenti demolitori. Devono essere smontate rimuovendo ganci, viti o chiodi di fissaggio, avendo cura di non danneggiare le lastre stesse. Non devono essere utilizzati trapani, seghetti, flessibili o mole abrasive ad alta velocità. In caso di necessità, si dovrà far ricorso esclusivamente ad utensili manuali o ad attrezzi meccanici provvisti di sistemi di aspirazione idonei per la lavorazione del cemento-amianto, dotati di filtrazione assoluta in uscita.

I materiali asportati non devono in nessun caso essere frantumati dopo la rimozione. Non devono assolutamente essere lasciate cadere a terra. Un idoneo mezzo di sollevamento deve essere previsto per il calo a terra delle lastre.

Le lastre smontate, bagnate su entrambe le superfici, devono essere accatastate e pallettizzate in modo da consentire un'agevole movimentazione con i mezzi di sollevamento disponibili in cantiere.

I materiali in cemento-amianto rimossi devono essere chiusi in imballaggi non deteriorabili o rivestiti con teli di plastica sigillati. Eventuali pezzi acuminati o taglienti devono essere sistemati in modo da evitare lo sfondamento degli imballaggi. I rifiuti in frammenti minuti devono essere raccolti al momento della loro formazione e racchiusi in sacchi di materiale impermeabile non deteriorabile immediatamente sigillati. Tutti i materiali di risulta devono essere etichettati a norma di legge.

I materiali rimossi devono essere allontanati dal cantiere il prima possibile. L'accatastamento temporaneo deve avvenire separatamente dagli altri detriti, preferibilmente nel container destinato al trasporto, oppure in una zona appositamente destinata, in luogo non interessato dal traffico di mezzi che possano provocarne la frantumazione.

Giornalmente deve essere effettuata una pulizia ad umido e/o con aspiratori a filtri assoluti della zona di lavoro e delle aree del cantiere che possano essere state contaminate da fibre di amianto.

Installazione della sopracopertura.

Utilizzando il sistema della sopracopertura è consigliabile l'impiego di materiali che presentino idonee caratteristiche di leggerezza, infrangibilità, insonorizzazione, elevata durata nel tempo e dilatazione termica compatibile con il supporto in cemento-amianto.

Operatori muniti di indumenti protettivi a perdere e mezzi di protezione individuali delle vie respiratorie (allegato 4), mediante pompe a bassa pressione spruzzano sulle superficie della lastra un prodotto incapsulante. Vengono quindi bonificati i canali di gronda con le modalità già descritte. In alternativa, il canale di gronda può essere trattato con un prodotto incapsulante e successivamente confinato mediante idonea sopracopertura. Qualora risulti necessario movimentare le lastre di gronda, gli addetti eseguiranno tale operazione svitando i vecchi gruppi di fissaggio senza creare fratture sulle lastre. Eseguito il lavoro di bonifica e di eventuale sostituzione del canale, le lastre movimentate vanno rimontate utilizzando gli stessi fori per i nuovi gruppi di fissaggio.

Terminate tali operazioni preliminari si passa al montaggio della nuova copertura. Questa deve essere posata su una nuova orditura secondaria, generalmente in listelli di legno, fissata direttamente all'arcarecciatura sottostante in modo che i carichi previsti insistano esclusivamente sulla struttura portante. Montata l'orditura secondaria può essere steso un eventuale materassino isolante e quindi le nuove lastre di copertura.

Le operazioni di cui sopra andranno effettuate con utensili provvisti di sistemi di aspirazione idonei per la lavorazione del cemento amianto.

4 - Protezione dei lavoratori.

Nelle operazioni che possono dar luogo a dispersione di fibre di amianto, i lavoratori devono essere muniti di idonei mezzi di protezione individuali delle vie respiratorie (allegato 4) e di indumenti protettivi.

Le calzature devono essere di tipo idoneo al pedonamento dei tetti.

Allegato 1

DETERMINAZIONE QUANTITATIVA DELL'AMIANTO IN CAMPIONI IN MASSA

ASPETTI GENERALI DEL PROBLEMA ANALITICO.

La determinazione delle varie forme di amianto contenute in campioni in massa costituisce un problema analitico complesso, a cui a tutt'oggi non è stata data una soluzione soddisfacente.

Come è noto, esistono varie tecniche analitiche per la determinazione quantitativa delle varie forme di amianto; tutte, però, presentano vantaggi e svantaggi.

Le tecniche microscopiche — ottiche o elettroniche — permettono di distinguere tra le varietà asbestiformi e quelle non asbestiformi di uno stesso minerale ma forniscono dati solo in termini di numero di fibre presenti in un campione. La conversione da numero di fibre a valore ponderale — che costituisce l'espressione più adeguata dei risultati per un'analisi di campioni in massa — è soggetta a numerosi errori soprattutto se viene impiegata la microscopia ottica. Questi errori possono essere contenuti se si utilizza la microscopia elettronica a scansione (SEM) integrata da microanalisi a Raggi X del campione.

In ogni caso, l'uso delle tecniche microscopiche di conta delle fibre è limitato, nel caso di campioni in massa, da un problema addizionale: il campione in massa, a meno che non sia molto friabile o non sia costituito da una polvere molto fine, deve prima essere macinato per poter poi essere analizzato. Il tipo e la durata della macinazione, oltre che la durezza e altre caratteristiche mineralogiche del campione, determinano le dimensioni, e quindi il numero delle fibre che verranno contate. In altre parole, la conta e la misura delle dimensioni geometriche delle fibre verrà effettuata su un artefatto. La conversione da numero di fibre a valore di massa risulterà ancora più aleatoria e soggetta ad errori che nel caso di campioni aerodispersi o polveri fini dove le fibre vengono contate così come sono state campionate.

Per quanto riguarda la determinazione ponderale delle varie forme di amianto, si è fatto ricorso, negli ultimi anni, fondamentalmente a due tecniche: la diffrattometria a Raggi X (DRX) e la spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier (FT.IR).

Negli ultimi anni sono stati sviluppati vari metodi diffrattometrici che hanno permesso di superare alcuni inconvenienti legati sia alla tecnica in se sia alla sua applicazione all'amianto. Il metodo che sembra aver dato i migliori risultati è quello del «filtro d'argento», che permette di quantificare e correggere in maniera semplice l'effetto di assorbimento dei raggi X da parte del campione. In questo modo la risposta diffrattometrica dell'analita viene resa indipendente dalla matrice nella quale si trova disperso, per cui l'analisi quantitativa risulta adeguatamente riproducibile.

Anche quando l'analisi è condotta per via diffrattometrica, il campione in massa deve essere previamente macinato. La macinazione costituisce un passaggio analitico piuttosto delicato a causa dei due fenomeni seguenti:

a) Per qualunque sostanza cristallina, la risposta diffrattometricadipende dalla granulometria.

È quindi necessario che il campione in massa sia portato — con il processo di comminuzione — ad uno spettro granulometrico vicino a quello dell'amianto puro con cui sono stati preparati gli standards della curva di taratura massa/risposta diffrattometrica;

b) La risposta diffrattometrica delle varie forme di amianto dipende fortemente dall'integrità della struttura cristallina.

Il processo di comminuzione porta in genere ad una diminuzione della cristallinità dell'amianto contenuto nel campione e quindi ad un abbassamento della risposta diffrattometrica che può falsare gravemente l'analisi. Questo è vero soprattutto se il processo di comminuzione è condotto con metodi drastici (ad es. «a secco»).

L'abbassamento della risposta diffrattometrica può essere contenuto se la macinazione viene effettuata «ad umido», cioè in presenza di un liquido che disperde gli accumuli locali di calore a cui in genere si attribuisce la responsabilità delle distorsioni del reticolo cristallino.

In ogni caso, una volta scelti gli standards di amianto puro ed un determinato metodo di comminuzione, è necessario studiare sperimentalmente le condizioni per portare il campione alla granulometria desiderata e l'effetto che il processo di macinazione ha sulla risposta diffrattometrica della forma di amianto in questione.

SCELTA DELLE TECNICHE ANALITICHE.

Tenendo conto di tutti gli aspetti del problema appena sottolineati e avendo chiaro che forse, ad oggi, la soluzione ideale al problema analitico della determinazione dell'amianto in campioni in massa non esiste, sono proposte nel seguito come tecniche di riferimento per tale misura la diffrattometria a raggi X (DRX) con il metodo del filtro d'argento per la determinazione dell'amianto in campioni in cui è presente in concentrazioni

superiori o uguali a ≈ 1% (vedi paragrafo A) e la microscopia elettronica in scansione (SEM) per la determinazione dell'amianto in campioni in cui è presente in concentrazioni inferiori a ≈ 1% (vedi paragrafo B). Recenti applicazioni della spettrometria IR in trasformata di Fourier, anche accoppiata con la microscopia ottica, hanno permesso di rivelare concentrazioni di amianti in campioni di massa dell'ordine dell'1%.

La DRX con il metodo del filtro d'argento è stata proposta in quanto attualmente è, fra le metodiche analitiche per determinazioni ponderali, quella che presenta la migliore sensibilita per i diversi tipi di amianto.

Per valutare la concentrazione di amianto in campioni in cui questa è inferiore a ≈ 1% la DRX non è più utilizzabile ed è necessario ricorrere a tecniche di microscopia.

Se l'obiettivo dell'analisi è una valutazione della concentrazione dell'amianto in termini di peso (m/m) è necessario trasformare i dati relativi alle fibre osservate — numero fibre e granulometria — in dati ponderali. Ciò in linea di principio è possibile o facendo ricorso a fattori di conversione (numero fibre)/(peso) o valutando in base alle loro dimensioni il volume delle fibre e calcolandone quindi il peso.

L'uso di fattori di conversione non sembra attuabile con campioni che sono degli artefatti, essendo ottenuti mediante una macinazione, e in cui numero e dimensioni delle fibre dipendono da tutta una serie di condizioni difficilmente controllabili e riproducibili.

L'unica strada percorribile sembra dunque quella della valutazione della granulometria delle fibre e del calcolo del loro volume.

La microscopia ottica in contrasto di fase appare a questo scopo meno adatta della microscopia elettronica in scansione per essere proposta come tecnica di riferimento, le ragioni di ciò sono essenzialmente:

- un minor potere risolutivo;
- una limitata profondità di campo
- la difficoltà di riconoscere univocamente il tipo delle fibre osservate.

Il limitato potere risolutivo — ≈ 0.25 µm del MOCF contro ≈ 0.01 µm del SEM — oltre a non permettere la rivelazione delle fibre più piccole rende difficoltosa la valutazione delle dimensioni vere di oggetti che non superino di almeno 2 o 3 volte tale potere risolutivo; la limitata profondità di campo non permette di focalizzare oggetti che non si trovino esattamente sul piano immagine del microscopio; può risultare perciò difficile valutare l'esatta granulometria di fibre sottili e in posizione inclinata rispetto a tale piano; infine la mancanza di un sistema che permetta il riconoscimento sicuro del tipo di fibra può determinare, in campioni in cui sono presenti materiali eterogenei, errori sistematici.

Il SEM analitico appare perciò per le sue caratteristiche — elevato potere risolutivo, elevata profondità di campo, possibilità di utilizzare la spettrometria X per il riconoscimento delle fibre — la metodica più indicata.

L'utilizzazione comunque della microscopia ottica in contrasto di fase in mancanza del SEM dovrebbe portare a risultati, in assenza di fibre diverse dall'amianto, che si avvicinano a quelli ottenibili con il SEM tanto più quanto maggiori sono le dimensioni medie delle fibre presenti nel campione.

PROCEDURA DI ANALISI DEI CAMPIONI.

Di seguito è riportato uno schema di procedura per l'analisi di un campione utilizzante le metodiche analitiche dettagliatamente definite nei successivi paragrafi *A)* e *B)*.

CAMPIONAMENTO

CONTROLLO DEL CAMPIONE PER LA VERIFICA DELLA PRESENZA DI UNA COMPONENTE FIBROSA
mediante stereomicroscopio, MOCF, SEM

NO

SI

MACINAZIONE DEL CAMPIONE

STIMA APPROSSIMATIVA DELLA QUANTITÀ DI MATERIALE FIBROSO PRESENTE
mediante MOCF, SEM

SUPERIORE A = $3 * 10^5$ fibre/mg *(a)*

MISURA DELLA CONCENTRAZIONE DI AMIANTO MEDIANTE DRX CON FILTRO D'ARGENTO

CONCENTRAZIONE INFERIORE ALLA SENSIBILITÀ DELLA DRX

MISURA DELLA CONCENTRAZIONE DI AMIANTO MEDIANTE SEM ANALITICO

INFERIORE A = $3 * 10^5$ fibre/mg *(a)*

MISURA DELLA CONCENTRAZIONE DI AMIANTO MEDIANTE SEM ANALITICO

(a) Il limite di $3 * 10^5$ fibre/mg è stato fissato in base al fattore di conversione da numero di fibre a peso proposto dall'USEPA per la MOCF (vedi paragrafo 5.7B).

A) Diffrattometria a raggi-X con il metodo del filtro d'argento (per percentuali di amianto $\geq 1\%$).

1A) Campo di applicazione.

Il metodo è applicabile a materiali in massa contenenti i principali tipi di amianti commerciali (crisotilo, crocidolite, amosite) e per quantità di amianto dell'ordine dei microgrammi. L'intervallo ottimale di misura è compreso tra 20 e 100 microgrammi di amianto sul filtro di lavoro in argento. Il limite inferiore di rivelabilità (LLD) dipende da vari fattori: tipo di amianto, matrice nella quale l'analita si trova disperso, tempo di integrazione del picco analitico, area di deposizione del campione sul filtro di lavoro in argento. In ogni caso, è sempre possibile determinare le tre forme di amianto in concentrazioni intorno all'1% in peso quando il campione da analizzare sia costituito da un deposito di polvere macinata di circa 0.5 mg su un'area del filtro di lavoro di circa 1.0 cm² (Vedi Tabella 1a e 1b).

2A) Principio del metodo.

Macinazione controllata del campione in massa fino a raggiungere una granulometria vicina a quella degli standards di amianto puro usati per la costruzione della curva di taratura; studio dell'effetto che la macinazione ha sulla risposta diffrattometrica dell'amianto contenuto nel campione; sospensione di una parte della polvere in adatta soluzione disperdente; filtrazione di una quantità nota di polvere in sospensione su membrana filtrante in argento; analisi diffrattometrica dei vari tipi di amianto per confronto con una curva di taratura; correzione dell'attenuazione dell'intensità dei picchi analitici misurati (attenuazione dovuta all'assorbimento dei raggi da parte del campione).

Il metodo di correzione è basato sull'uso del filtro d'argento che ha la doppia funzione di supporto filtrante e di standard interno. In pratica, dalla misura dell'attenuazione del picco di diffrazione dell'argento si ricava il fattore di correzione per l'attenuazione dei picchi analitici delle varie forme di amianto.

La riproducibilità del metodo globale non è conosciuta. È stata stimata solamente la riproducibilità del metodo di preparazione e lettura dei campioni su filtro d'argento.

In figura 1 sono riportati le medie e gli errori standard delle risposte diffrattometriche di un totale di 31 filtri, su ciascuno dei quali sono stati depositati 100 µg di crisotilo puro (vedi punti 3.4A e 5.4A). I filtri provengono da 8 diverse sospensioni; n indica il numero di filtri preparati da ciascuna sospensione, mentre il trattino verticale è una misura, nella stessa scala dell'asse delle ordinate, dell'errore standard associato alla media.

Da una analisi della varianza di questi dati è risultato che le medie delle risposte diffrattometriche delle 8 sospensioni appartengono ad una stessa popolazione avente coefficiente di variazione uguale al 9%. Questo può essere preso come misura della riproducibilità del metodo di preparazione e misura dei campioni su filtro d'argento.

3A) Reagenti.

3.1A Soluzione disperdente: H_2O contenente lo 0.1% di NaCl e lo 0.1% di Areosol OT o altro tensioattivo analogo.

3.2A NaCl di purezza RPE.

3.3A Tensioattivo tipo Areosol OT.

3.4A Crisotilo canadese dell'UICC (Union International Contre le Cancer) avente lunghezza delle fibre < 10 µm per il 97.0%.

3.5A Crocidolite dell'UICC avente lunghezza delle fibre < 10 µm per il 97.0%.

3.6A Amosite dell'UICC avente lunghezza delle fibre < 10 µm per il 97.0%.

4A) Apparecchiatura.

Attrezzatura di uso comune di laboratorio e:

4.1A Mulino per la macinazione controllata del campione.

4.2A Membrane in argento aventi porosità di 0.45 µm e diametro di 25 mm.

4.3A Dispositivo di filtrazione sotto piccolo vuoto con setto poroso e sede per alloggiare le membrane in Ag.

4.4A Agitatore magnetico capace di fornire circa 400 giri/min.

4.5A Diffrattometro a R.X.

5A) *Determinazione quantitativa dell'amianto.*

5.1A Macinazione del campione.

Di seguito viene descritta una procedura di comminuzione controllata di un campione in massa. Tale procedura è evidentemente solo indicativa; se ne possono adottare delle altre purché, una volta scelte le condizioni di macinazione ed individuato il tempo necessario per portare il campione ad una granulometria simile a quella degli standards, venga studiato, ed eventualmente corretto, l'abbassamento della risposta diffrattometrica dell'amianto che la comminuzione ha determinato. A questo scopo, e sempre a titolo indicativo, viene anche presentato uno studio della relazione tra tempi di macinazione, granulometria e risposta diffrattometrica dell'amianto. Il campione scelto è un frammento di amianto-cemento, contenente crisotilo; gli standards usati per la curva di calibrazione, forniti dall'UICC (Union International contre le Cancer) sono composti da fibre di lunghezza inferiore a 10 micron nel 97% dei casi e di diametro inferiore a 0.3 micron nel 92.5% dei casi.

Circa 1 grammo del campione viene macinato a mano in mortaio d'agata; il macinato viene quindi setacciato con setaccio da 400 micron. La polvere così ottenuta viene quindi sottoposta a macinazione meccanica «ad umido» e ad «impatto» Come disperdente viene utilizzato l'alcol isopropilico (circa 10 mL); la macinazione ad impatto viene realizzata per mezzo di una serie di cilindretti d'agata che un sistema di scuotimento della camera di macinazione obbliga ad urtarsi tra loro. Dopo la macinazione, condotta per un tempo prefissato, si ottiene una sospensione che viene trasferita con alcol isopropilico in un beker da 100 mL. L'alcol viene fatto evaporare in stufa a 90 °C e la polvere seccata viene sottoposta all'analisi diffrattometrica.

Per lo studio della relazione tra tempi di macinazione, granulometria del macinato e risposta diffrattometrica dell'amianto contenuto nel campione, si è proceduto nel modo seguente.

Il campione è stato sottoposto a tempi di macinazione crescenti tra 0 e 45 minuti. Dopo ciascuna macinazione, parte della polvere seccata è stata sottoposta ad un'analisi granulometrica con microscopio elettronico a scansione, mentre un'altra parte è stata depositata su filtro d'argento e letta al diffrattometro. Nelle Figure 2 e 3 sono riportate le distribuzioni dei diametri e delle lunghezze delle fibre della polvere ottenuta dopo 30 minuti di macinazione. Le due distribuzioni presentano — in questo come negli altri casi — l'atteso andamento lognormale, per cui si è preferito utilizzare la media geometrica piuttosto che quella aritmetica per la caratterizzazione morfologica dei campioni stessi. In Figura 4 appaiono le cinetiche di comminuzione per la polvere iniziale. Gli andamenti (per diametri e lunghezze) presentano una fase iniziale (corrispondente ai primi 15 minuti di macinazione) durante la quale i due parametri si riducono di oltre il 50% del valore iniziale; per tempi più lunghi di macinazione la media geometrica della lunghezza delle fibre rimane praticamente costante mentre la media geometrica del diametro tende ancora a diminuire arrivando ad un valore inferiore ad 1 micron dopo 45'.

Il complesso dei risultati ottenuti sembra indicare che il processo di comminuzione delle fibre, nella seconda fase sia causato essenzialmente da successive sfaldature delle fibre lungo piani paralleli al loro asse maggiore, processo che porta alla formazione di fibrille più sottili ma di lunghezza abbastanza costante; la tecnica di macinazione impiegata non sembra invece privilegiare, in questa seconda fase, la frattura trasversale delle fibre, che comporta la rottura dei forti legami esistenti tra gli atomi di Si e di O nei tetraedri SO_4, della struttura cristallina del serpentino.

Nella Figura 5 appaiono le risposte diffrattometriche del crisotilo (contenuto in 400 microgrammi di polvere) in funzione dei tempi di comminuzione. I dati mostrano come nelle fase iniziale della macinazione, corrispondente ai primi 5 minuti, vi sia una rapida crescita della risposta diffrattometrica, che tende poi a diminuire progressivamente, fino a raggiungere, per un tempo di macinazione di 30', un valore di plateau che è pari a circa l'80% del valore massimo. Che si tratti di una situazione di plateau è dimostrato dal fatto che la differenza tra le medie delle risposte diffrattometriche a 30' ed 45' non è risultata statisticamente significativa ($p = 0.085$).

L'iniziale crescita della risposta diffrattometrica può essere interpretata come un effetto della disgregazione, a seguito dell'inizio della macinazione, di aggregati di fibre e/o fibre e cemento presenti ancora nel campione dopo la setacciatura; durante la preparazione dei filtri d'argento impiegati nella metodica diffrattometrica adottata, le fibre di crisotilo libere tendono a disporsi con l'asse longitudinale (l'asse a della cella unitaria) parallelamente al filtro e questo effetto contribuisce ad aumentare l'intensità delle riflessioni (002) e (004) corrispondenti alle famiglie di piani perpendicolari all'asse c e paralleli all'asse a. Fibre legate in aggregati, al contrario, non possono disporsi con l'asse longitudinale parallelamente al piano del filtro.

E anche interessante notare che, dopo la fase iniziale (5 minuti), la risposta diffrattometrica segue un andamento simile a quelli individuati per la lunghezza ed il diametro medi.

Nella Tabella 2 appare un quadro riassuntivo dei risultati: sia le granulometrie che le risposte diffrattometriche appaiono in funzione dei tempi di macinazione. Questa tabella ci permette di scegliere il tempo di macinazione più adeguato nelle nostre condizioni. Tale tempo può essere compreso tra 15 e 30 minuti: infatti in questo intervallo si tende a raggiungere un livello di plateau sia per quanto riguarda la lunghezza delle fibre sia per quanto riguarda l'abbassamento della risposta diffrattometrica del crisotilo. Un tempo più lungo di macinazione non sembra comportare ulteriori vantaggi, e le differenze di granulometria con gli standards sembrano sufficientemente ristrette.

5.2A Deposizione del campione sul filtro d'argento.

La polvere macinata e seccata viene ripresa con la soluzione disperdente (vedi punto 3.1A) e la sospensione così ottenuta viene mantenuta sotto agitazione magnetica per circa 2 o 3 ore. Dalla dispersione vengono prelevate aliquote opportune che sono filtrate su membrana di Ag per mezzo del dispositivo di filtrazione del punto 4.3A. È opportuno procedere alla filtrazione nello stesso giorno in cui le sospensioni vengono preparate, perché esse tendono ad «invecchiare»; in altre parole, le fibre di amianto in dispersione tendono ad includere acqua nella loro struttura cristallina e a formare aggregati la cui risposta diffrattometrica risulta diversa da quella del materiale appena preparato. Da risultati sperimentali risulta che l'invecchiamento comincia dopo circa 24 ore dalla preparazione della sospensione.

Durante la filtrazione si raccomanda di seguire gli accorgimenti al successivo punto 5.3A.

5.3A Preparazione degli standards per le curve di taratura.

Circa 2 mg di ciascuno dei tre tipi di amianto puro a granulometria nota, sono posti in tre distinti matracci tarati da 200 mL. A questi viene aggiunta fino a volume la soluzione disperdente indicata al punto 3.1A. Le dispersioni così ottenute vengono mantenute sotto agitazione magnetica per ca. 3 ore. Queste dispersioni hanno una concentrazione in amianto pari a ca. 100 μg/mL e costituiscono le dispersioni madre (stock) da cui si dovranno preparare, prelevando opportune aliquote mediante pipetta tarata, 3 o più campioni su filtro di Ag per ciascuna delle quantità di amianto scelte (nell'esempio riportato si tratta di 10, 20, 40, 60, 80, 100 μg).

Poiché la dispersione tende all'instabilità, cioè a ricadere lentamente sul fondo del matraccio, essa deve essere lasciata sotto agitazione magnetica per almeno 5 min dopo ciascun prelievo e prima di effettuare il successivo. Inoltre il puntale della pipetta deve essere posizionato in modo tale da pescare sempre nella zona centrale del matraccio e, per quanto possibile, alla stessa profondità. Le aliquote note prelevate vengono trasferite su membrana in Ag mediante un dispositivo di filtrazione (punto 4.3A). L'operazione di filtrazione deve essere effettuata seguendo questo procedimento: nel serbatoio del dispositivo filtrante vengono posti preliminarmente ca. 3 mL di acqua distillata e filtrata, a questa vengono aggiunte le aliquote note della dispersione madre e quindi si innesca l'aspirazione necessaria alla filtrazione. Dopo la prima filtrazione le pareti del serbatoio vengono lavate 5 - 6 volte con acqua.

5.4A Misure al diffrattometro.

Le condizioni operative variano in funzione del tipo di apparecchiatura disponibile. Utilizzare in ogni caso una velocità del goniometro sufficientemente bassa (1/4 o 1/8 di grado al minuto). In Tabella n. 3 sono riportate a titolo esemplificativo sia le condizioni operative di un diffrattometro munito di contatore proporzionale con discriminatore di energia e di portacampioni rotante, sia i parametri di misura per i picchi analitici dei vari tipi di amianto e dell'argento (relativi alla Kα del Cu).

Effettuare la scansione goniometrica dei picchi analitici degli amianti e dell'argento integrando il segnale tra il primo fondo e il secondo fondo opportunamente scelti, per ottenere l'intensità del picco (I_p^a).

Misurare il segnale del primo fondo (a goniometro fermo) per un tempo pari alla metà del tempo totale di integrazione del picco corrispondente, per ottenere l'intensità del fondo (I_{f1}^a).

Misurare il segnale del secondo fondo (a goniometro fermo) per un tempo pari alla metà del tempo totale di integrazione del picco corrispondente, per ottenere l'intensità del fondo (I_{f2}^a).

Per la correzione dell'assorbimento di massa (vedere punto 5.6A), la stessa procedura deve essere eseguita sul picco relativo all'argento prima del deposito del campione sul filtro, cioè sul filtro bianco. In alternativa, la misura dell'intensità del picco non attenuato dell'argento può essere fatta sul retro del filtro dopo la deposizione del campione. Una terza possibilità, che è anche la più conveniente, prevede, per ogni scatolina (batch) di filtri di argento, tale misura su almeno 6 membrane vergini, di cui si farà la media che varrà per tutto il batch in questione.

Da tale misura si otterranno i valori:

$$I_{O,p}^{Ag}, \quad I_{O,f1}^{Ag}, \quad I_{O,f2}^{Ag}.$$

Dalla misura del picco attenuato dell'argento si otterranno i valori:

$$I_p^{Ag}, \quad I_{f1}^{Ag}, \quad I_{f2}^{Ag}.$$

5.5A Calcoli.

Calcolare le intensità nette (I_n) dei picchi analitici dell'amianto e dell'argento mediante le relazioni:

$I_n^a = I_p^a - (I_{f1}^a + I_{f2}^a)$ (picco analitico dell'amianto)

$I_n^{Ag} = I_p^{Ag} - (I_{f1}^{Ag} + I_{f2}^{Ag})$ (picco analitico dell'argento in presenza del campione)

$I_{0,n}^{Ag} = I_{O,p}^{Ag} - (I_{O,f1}^{Ag} + I_{O,f2}^{Ag})$ (picco analitico dell'argento in assenza del campione)

5.6A Curva di taratura.

La retta di taratura è rappresentata dalla seguente relazione:

$$I_{corr}^a = m \cdot X + b$$

dove:

m = pendenza della retta
b = intercetta della retta
X = contenuto in massa di amianto

$$I_{corr}^a = I_n^a \cdot \Gamma$$

ove il fattore di correzione Γ dell'attenuazione dell'intensità diffratta dall'analita è:

$$\Gamma = (- R \cdot \ln T_n) \; / \; 1 - T_n^R$$

con:

$$R = \text{sen}\,\theta\, Ag \; / \; \text{sen}\,\theta\, X \qquad \text{e} \qquad T_n = I_n^{Ag} / I_{0,n}^{Ag}$$

Nelle formule, θ_{Ag} e θ_X sono gli angoli di diffrazione rispettivamente dell'argento e dell'analita.

L'attenuazione è provocata dall'assorbimento dei raggi X da parte del campione. Quando tale effetto non è trascurabile occorre effettuare la correzione. Nella Tabella n. 4 viene mostrato sia l'effetto di attenuazione riscontrato sperimentalmente a carico dell'intensità dei picchi analitici del crisotilo o della crocidolite da parte di varie matrici minerali, sia il risultato della correzione

6A) Espressione dei risultati.

La percentuale di amianto presente nel campione sarà.

$$A\,(\%) = \frac{(I^{a}_{corr} - b)}{m \cdot W} \cdot 100$$

dove W è la massa totale di polvere sul filtro d'argento.

7A) Interferenze.

Teoricamente le fasi cristalline che possono interferire sui picchi analitici degli amianti sono moltissime. In pratica è sufficiente prendere in considerazione solo le sostanze che più comunemente si trovano associate all'amianto nei principali prodotti industriali.

I minerali non fibrosi di serpentino (lizardite o antigorite), i quali hanno la stessa struttura cristallina del crisotilo, costituiscono un'interferenza non eliminabile. Il problema tuttavia è limitato ai casi in cui i campioni da analizzare provengano dalle attività minerarie di estrazione del crisotilo.

L'alite, minerale di base nella produzione di manufatti di amianto-cemento, nei quali viene utilizzato quasi esclusivamente crisotilo, non produce interferenze sui due principali picchi analitici di questa forma di amianto.

Il gesso può interferire sul picco del crisotilo a 0.73 nm ma non sul picco secondario (0.36 nm)

Il caolino può interferire su entrambi i picchi del crisotilo, ma il disturbo sembra essere significativo solo per campioni aventi un contenuto in caolino superiore al 10%.

La clorite potrebbe interferire su entrambi i picchi del crisotilo ma è possibile la separazione analitica dei suoi picchi da quelli del crisotilo, rallentando adeguatamente la velocità di scansione nell'intorno della zona di uscita dei picchi che interessano.

Anche per la crocidolite o l'amosite, i corrispondenti minerali non fibrosi costituiscono un'interferenza non eliminabile; tuttavia la presenza di questi minerali nei campioni reali è molto rara.

In generale la distinzione tra crocidolite o amosite, quando sono presenti contemporaneamente (e questo può avvenire per taluni prodotti isolanti), risulta difficoltosa e si può tentare ricorrendo ai picchi secondari a 0.36 nm e 0.32 nm per l'amosite, e a 0.31 nm per la crocidolite, utilizzando il metodo della bassa velocità di scansione.

Altri minerali che possono trovarsi associati all'amianto in vari prodotti possono essere eliminati con adatti trattamenti chimici: ad esempio un trattamento con acido debole decompone i carbonati.

B) Microscopia elettronica analitica a scansione (per percentuali di amianto comprese fra le 100 ppm e l'1%)

1B) Oggetto e campo di applicazione.

Descrizione di un metodo per la determinazione, mediante microscopia elettronica analitica a scansione, della concentrazione (massa/massa) di amianto (crisotilo, crocidolite, amosite, tremolite) in campioni massivi, quali il cemento-amianto, o polverulenti, quali polveri di talco

Il metodo è applicabile per concentrazioni di amianto comprese fra le 100 ppm (0.01%) e le 10000 ppm (1%) o superiori, l'intervallo in cui il metodo fornisce risultati quantitativi è compreso fra le 1000 ppm e le 10000 ppm o superiori.

Per concentrazioni di amianto inferiori alle 1000 ppm il metodo fornisce risultati semiquantitativi (vedi successivo punto 5.7B)

La sensibilità della metodica dipende da vari fattori: condizioni di lavoro del microscopio, area di deposizione del campione sul filtro di lavoro, numero di campi di lettura fissati sul filtro; in ogni caso si può stimare una sensibilità di circa 100 ppm quando il campione sia costituito da circa 0.1 mg di materiale depositato su un'area di circa 300 mm² (superficie circolare di circa 1 cm di raggio) e vengano letti 400 campi a 2000× (vedi successivo punto 5.7B).

2B) Principio del metodo.

Sospensione di una quantità non inferiore a 0.1 mg del campione polverulento in un volume noto di soluzione disperdente costituita da un tensioattivo in acqua deionizzata e filtrata. Se il campione da analizzare è un campione in massa viene ottenuta, per mezzo di una opportuna macinazione, la sua comminuzione fino a che lo spettro granulometrico del particolato prodotto è compreso nell'intervallo fra 10 e 100 µm:

Filtrazione di un volume della sospensione contenente almeno 0.1 mg del campione su un filtro in policarbonato a foro passante, di 0.4 - 0.8 µm di porosità, di 25 mm di diametro.

Montaggio del filtro su un portacampioni per SEM e metallizzazione della sua superficie con Au mediante sputtering catodico

Lettura a 1000 - 2000 ingrandimenti di un numero di campi microscopici adeguato al limite di rivelabilità richiesto, tipicamente fra 200 e 400 campi

Riconoscimento mediante spettroscopia X a dispersione di energia delle fibre di amianto presenti e misura delle loro dimensioni

Calcolo dei volumi e dei corrispondenti pesi delle fibre di amianto utilizzando i pesi specifici dei minerali corrispondenti.

Calcolo del peso totale di amianto sul filtro in base alla superficie di deposizione del campione, alla superficie del filtro letta, al numero e dimensioni delle fibre osservate e all'ipotesi di una distribuzione Poissoniana delle fibre sul filtro.

3B) Apparecchiature e materiali da impiegare.

Attrezzature di uso comune in laboratorio e:

3.1*B* Soluzione disperdente contenente lo 0.1% di tensioattivo in acqua deionizzata e prefiltrata su filtri cellulosici da 0.2 μm di porosità.

3.2*B* Mortaio d'agata.

3.3*B* Bilancia analitica

3.4*B* Mulino per la macinazione ad umido di quantità fra 1 e 10 mg di campione; il mulino deve permettere di ottenere una granulometria finale del campione compresa nell'intervallo fra 10 e 100 μm.

3.5*B* Filtri a membrana in policarbonato a foro passante, di 0.4 - 0.8 μm di porosità, di 25 mm di diametro.

3.6*B* Dispositivo di filtrazione sotto vuoto con setto poroso e sede per alloggiare le membrane in policarbonato.

3.7*B* Portacampioni in alluminio o grafite per SEM

3.8*B* Collante conduttore all'argento o alla grafite.

3.9*B* Apparato per la metallizzazione con Au di campioni per il SEM mediante sputtering catodico.

3.10*B* Microscopio elettronico a scansione corredato dell'apparato di cui al punto 3.11*B*.

3.11*B* Spettrometro X a dispersione di energia

4B) Campionamento.

Prelevare dal materiale da esaminare un campione, significativo della sua composizione, dell'ordine di 0.5 - 1 gr. Nel caso di materiale in massa e non già sotto forma di polvere procedere ad una sua frammentazione in mortaio d'agata fino a ottenere un particolato con dimensioni inferiori a 400 - 500 μm.

5B) Procedimento.

5.1*B* Comminuzione del campione.

Se il campione originale è un materiale in massa o se, pur presentandosi come materiale polverulento, le fibre di amianto sono presenti in aggregati con altre fibre o altro materiale, per l'analisi al SEM è necessario trattare il campione in modo da separare le fibre tra loro e dall'eventuale matrice.

Dopo l'eventuale macinazione a mano in mortaio d'agata, trasferire circa 10 mg di polvere in 100 mL di alcol isopropilico nella camera di macinazione di un mulino in grado di macinare ad umido le quantità indicate. Macinare il campione fino ad ottenere una granulometria finale del particolato compresa fra 10 e 100 μm; la sospensione in alcol isopropilico è quindi trasferita in stufa. L'alcol isopropilico viene fatto evaporare a 90 °C e la polvere residua essiccata è recuperata.

5.2*B* Dispersione in acqua e filtrazione su filtro a membrana.

Pesare con una bilancia analitica una quantità di polvere di circa 5 mg e sospenderla in 200 mL di una soluzione allo 0.1 % di tensioattivo in acqua deionizzata e filtrata; per questo utilizzare un matraccio da 200 mL aggiungendo fino a volume la soluzione disperdente. Calcolare la concentrazione della dispersione così ottenuta e mediante pipetta tarata prelevarne un'aliquota da filtrare sul filtro a membrana. Per evitare che la dispersione decanti lasciarla sotto agitazione magnetica per almeno 5 minuti prima di effettuare il prelievo.

Mediante il dispositivo di filtrazione descritto al punto 3.6*B* filtrare una aliquota nota della dispersione preparata, contenente circa 0.1 mg del campione in polvere, su un filtro a membrana in policarbonato di 25 mm di diametro con porosità di 0.4 - 0.8 μm. Alternativamente possono essere utilizzati filtri in esteri di cellulosa delle stesse dimensioni, tuttavia questi filtri non si presentano al SEM con una superficie liscia e le irregolarità osservabili potrebbero rendere più difficile il riconoscimento delle fibre più sottili, per questo, nel caso del loro uso è consigliabile utilizzare porosità non superiori a 0.4 μm.

Nel procedere alla filtrazione aver cura di versare alcuni mL della soluzione disperdente nel serbatoio del sistema filtrante prima di aggiungere l'aliquota nota della dispersione; successivamente lavare più volte con la soluzione il serbatoio.

Il filtro a membrana su cui è deposta la polvere è lasciato asciugare su carta bibula in una capsula Petri o contenitore analogo.

5.3*B* Montaggio del filtro su portacampioni per il SEM e metallizzazione..

Tagliare una parte circolare del filtro, di dimensioni leggermente inferiori al portacampioni del SEM, dalla sua zona centrale mediante un bisturi o una lama ugualmente affilata. Durante tale operazione aver cura di non toccare con le mani la superficie del filtro, di non capovolgerlo o causare spostamenti o cadute della polvere dalla sua superficie.

Montare la porzione di filtro su un portacampioni per SEM, in alluminio o grafite, mediante collanti conduttori all'argento; aver cura di realizzare con gli stessi collanti dei ponti conduttori fra il bordo del filtro ed il portacampione.

Metallizzare, il filtro così montato, con uno strato di 25 - 50 nm di Au mediante sputtering catodico.

Alternativamente è possibile ricoprire il filtro con un film di carbone evaporato sotto vuoto; in tal caso è opportuno utilizzare spessori leggermente maggiori, intorno ai 100 nm, a causa della minore conducibilità termica ed elettrica della grafite rispetto all'Au. In ogni caso l'immagine in elettroni secondari del filtro risulterà di minore qualità a causa del più basso coefficiente di emissione secondaria del carbonio rispetto all'Au.

5.4*B* Scelta delle condizioni strumentali.

Il potere risolutivo di un SEM è molto elevato (si può valutare intorno ai 5 nm), tuttavia, con campioni del tipo di quelli descritti, ad un ingrandimento di lavoro (1000-2000X) che permetta tempi di analisi non eccessivamente lunghi e con condizioni strumentali compatibili con una buona risoluzione analitica (efficienza di produzione e rivelazione di raggi X elevate) risultano rivelabili e classificabili fibre intorno a 0.1 μm di spessore.

Condizioni strumentali in grado di assicurare tali prestazioni corrispondono a: una energia del fascio incidente fra 20 e 30 KeV; una distanza di lavoro tipicamente dai 12 ai 25 mm e comunque tale da massimizzare l'efficienza di raccolta dei raggi X da parte del rivelatore; un angolo di tilt compatibile con la geometria del rivelatore dei raggi X, se tale angolo è diverso da zero ne va tenuto conto nella valutazione delle dimensioni delle fibre.

Fissare l'ingrandimento di lavoro fra 1000 e 2000X; valutare la superficie corrispondente ad un campo di lettura all'ingrandimento fissato (tipicamente a 2000X questa risulta intorno a 2500 μm² e a 1000X intorno a 10000 μm² per cui occorrono rispettivamente circa 400 e circa 100 campi di lettura per esplorare 1 mm² del filtro); osservare il filtro in elettroni secondari utilizzando il «modo» TV.

5.5*B* Lettura del filtro e determinazione delle dimensioni delle fibre di amianto.

In funzione dell'ingrandimento di lavoro fissato leggere un numero di campi sufficienti almeno ad esplorare circa 1 mm² del filtro (tipicamente a 2000X occorrono 400 campi). Scegliere i campi di lettura in modo da esplorare tutta la superficie del filtro evitando la sovrapposizione dei campi stessi. È consigliabile a tal fine seguire un percorso sistematico sul filtro secondo un qualche schema prestabilito.

Prendere in considerazione, nell'analisi del filtro, tutte le fibre o gli aggregati di fibre o gli aggregati di fibre con altro materiale; valutare, utilizzando i riferimenti dimensionali disponibili sullo schermo, la lunghezza e la larghezza di ciascuna fibra risolvibile con il SEM (non considerare in tale valutazione eventuali particelle di altra natura occasionalmente sovrapposte od aggregate alle fibre). Le fibre che non giacciono completamente nel campo di lettura vanno considerate solo per la parte compresa nel campo stesso.

Identificare e classificare le fibre in base alla loro morfologia ed alla loro composizione; in linea generale per la classificazione delle varietà minerali degli amianti sarà sufficiente una analisi qualitativa con riconoscimento, nello spettro X della fibra, delle righe degli elementi caratteristici con le attese intensità relative (generalmente saranno presenti sullo spettro anche righe più deboli corrispondenti ad elementi, come Fe, Al, Mn, presenti in tracce); tener presente che se sulla fibra o sull'aggregato di fibre di amianto è depositato o aggregato materiale di altra natura (non necessariamente evidente sull'immagine elettromicroscopica), le righe X degli elementi presenti nella composizione del materiale appaiono sullo spettro finale.

5.6*B* Elaborazione dei dati, calcolo della concentrazione di amianto e valutazione dell'errore.

Valutare il volume di ciascuna fibra e aggregato di fibre d'amianto approssimando la morfologia delle particelle a cilindri di altezza pari alla lunghezza e diametro pari alla larghezza misurati.

Valutare la massa delle fibre utilizzando una densità di 2.6 gr/cm³ per il crisotilo e 3.0 gr/cm³ per gli anfiboli.

Calcolare la concentrazione C dell'amianto nel campione (espressa in ppm) mediante la:

$$C = \frac{A \cdot (p_c + p_a)}{n \cdot a \cdot P} \, 10^{-6} \text{ ppm} \qquad \text{(a)}$$

dove:

A = area effettiva del filtro (mm²);
a = area del campo di lettura (mm²);
n = numero campi di lettura;
P = peso totale del campione depositato sul filtro (mg);
pc = dc · Σj vi = peso totale fibre di crisotilo (mg);
dc = densità del crisotilo (gr/cm³ = mg/mm³);
vi = volume dell'i-esima fibra di crisotilo (mm³);
Pa = da · Σj vj = peso totale fibre di anfibolo (mg);
da = densità degli anfiboli (gr/cm³ = mg/mm³);
vj = volume dell'j-esima fibra di anfibolo (mm³).

L'errore sperimentale nella misura della concentrazione C di amianto nel campione è essenzialmente dovuto alla statistica del campionamento delle fibre durante la lettura del filtro (il numero N delle fibre campionate su una data superficie presenta una distribuzione Poissoniana se le fibre sono distribuite in modo casuale sul filtro) e alla larghezza dello spettro granulometrico delle fibre contenute nel campione (lo spettro granulometrico delle fibre di amianto prodotte nella macinazione di un campione generalmente è descritto bene da una distribuzione lognormale). Per valutare

l'errore sperimentale conviene esplicitare nella relazione (a) il numero N di fibre di amianto individuate sugli n campi di lettura e il peso medio di una fibra di amianto, la relazione (a) può essere riscritta poi:

$$C = \frac{A \cdot |\bar{f} \cdot N|}{n \cdot a \cdot P} \qquad \text{(b)}$$

dove:

N = numero delle fibre individuate;
$\bar{f}$ = peso medio di una fibra di amianto determinato come media dei pesi delle N fibre di amianto individuate (mg);
con gli altri simboli che conservano lo stesso significato che hanno nella relazione (a).

L'errore sperimentale sulla concentrazione C può allora essere valutato mediante la:

$$\Delta C/C \approx \Delta A/A + \Delta a/a + \Delta P/P + \Delta\bar{f}/\bar{f} + \Delta N/N \approx \Delta\bar{f}/\bar{f} + \Delta N/N \qquad \text{(c)}$$

avendo considerato trascurabili gli altri errori rispetto all'errore di campionamento sul numero delle fibre ed all'errore fatto adottando come peso medio delle fibre del campione la media calcolata sulle N fibre individuate.

Assumendo una distribuzione Poissoniana per N, l'errore relativo ΔN/N può essere valutato, con buona approssimazione, con la:

$$\Delta N/N \approx 1/\sqrt{N} \qquad \text{(d)}$$

o con più precisione ricorrendo alle tavole numeriche relative alla distribuzione di Poisson.

L'errore sul peso medio delle fibre del campione valutato mediante la media $\bar{f}$ dei pesi delle N fibre individuate, può essere stimato mediante l'errore standard e_s:

$$\Delta\bar{f}/\bar{f} \approx e_s/\bar{f} \approx \sqrt{\frac{\sum_i (\bar{f} - fi)^2}{N(N-1)}} \Bigg/ \bar{f} \qquad \text{(e)}$$

Tenuto conto delle relazioni (d) ed (e), la equazione (c) diviene:

$$\Delta C/C \approx 1/\sqrt{N} + \sqrt{\frac{\sum_i (\bar{f} - fi)^2}{N(N-1)}} \Bigg/ \bar{f} \qquad \text{(f)}$$

5.7*B* Osservazioni.

Sensibilità del metodo.

E possibile stimare la sensibilità del metodo descritto (definita come la minima quantità di amianto presente nel campione che può essere rivelata dal metodo) tenendo presente che, nell'ipotesi di una distribuzione casuale delle fibre sul filtro, il numero N delle fibre campionate su una data superficie presenta una distribuzione Poissoniana. La concentrazione minima di amianto rivelabile è quella concentrazione in corrispondenza della quale il numero medio di fibre di amianto, sull'area complessivamente letta del filtro (n · a), è sufficientemente alto perché al livello di probabilità fissato (solitamente viene adottato il livello del 95%) il limite fiduciario inferiore sia ≥ 1 fibra (cioè sia garantita la possibilità di osservare almeno una fibra con il livello di probabilità fissato).

Assumendo un livello del 95% il numero medio di fibre deve risultare almeno pari a 4 (a cui corrisponde un limite fiduciario inferiore pari a 1 ed un limite fiduciario superiore pari a 10).

Nelle condizioni previste dal metodo descritto (0.1 mg di materiale su un'area effettiva del filtro di circa 300 mm^2 e una area di lettura di circa 1 mm^2) il valor medio di 4 fibre sulla superficie di lettura corrisponde a una concentrazione di circa $1.2 \cdot 10^4$ fibre/mg nel campione.

Per una stima esemplificativa della concentrazione ponderale equivalente si può far riferimento ai fattori di conversione da numero di fibre a peso proposti in vari contesti che, è opportuno sottolineare, dipendono fortemente dalla tecnica microscopica utilizzata per il conteggio delle fibre.

Riferendosi per brevità solo a quelli ricavabili da dati dell'USEPA rispettivamente per la MOCF (30 fibre ≈ 1 ng), per il SEM (100 fibre ≈ 1 ng) e per il TEM (10^5 ≈ 1 ng), si perviene, per una concentrazione pari a $1.2 \cdot 10^4$ fibre/mg valutata al SEM, ad una concentrazione ponderale di 120 ppm che può essere assunta come la sensibilità della metodica.

Significatività delle misure di concentrazione.

Una valutazione dell'errore standard $e_s / \bar{f}$ mediante l'equazione (e) è significativa solo se il numero N delle fibre individuate è sufficiente a rientrare nel limite dei grandi numeri ($\geq$ 30); numeri minori non permettono una stima significativa né della media né della deviazione standard di una distribuzione.

Per numeri N di fibre maggiori di 30 la equazione (f) permette una valutazione della significatività dei valori di concentrazione C ottenuti con il metodo.

In tabella n. 5 è riportato l'errore sperimentale sulla concentrazione, $\Delta C/C$, calcolato in base alla equazione (f) adottando indicativamente, per l'errore standard e_s / f, un valore di 0.3 compatibile con i dati sperimentali rintracciabili nella letteratura scientifica del settore.

I dati riportati nella tabella n. 5 indicano che la metodica descritta nell'intervallo di concentrazioni che vanno da circa 100 ppm a circa 1000 ppm di amianto può fornire solo risultati qualitativi.

Stime quantitative della concentrazione di amianto sono ottenibili con concentrazioni maggiori a 1000 ppm o, alternativamente, modificando la metodica per aumentare il numero totale di fibre campionate.

Definizioni, abbreviazioni e simboli.

Amianto o Asbesto:	termine generico comprendente alcuni minerali naturali rappresentati da silicati idrati facilmente separabili in fibre sottili, flessibili, resistenti alla trazione o al calore e chimicamente inerti. I minerali definiti come amianto comprendono le varietà asbestiformi del serpentino (crisotilo), della riebeckite (crocidolite), della serie cummingtonite grunerite (amosite), della antofillite, della tremolite e della actinolite.
Asbestiforme:	Tipo specifico di fibrosità minerale in cui le fibre posseggono elevata resistenza alla trazione o flessibilità.
Filtro d'argento:	Membrana di argento metallico avente struttura porosa.
DRX:	Diffrattometria a Raggi X
LLD:	Limite inferiore di rivelabilità.
UICC:	Union International Contre le Cancer (Unione Internazionale contro il cancro).
Kα Cu:	Riga di riferimento dell'anticatodo di rame.
θ:	Angolo di diffrazione.
I_p	Intensità del picco totale.
I_{f1}	Intensità del primo fondo.
I_{f2}	Intensità del secondo fondo.
I_n	Intensità del picco netto.
I_O^{Ag}	Intensità del picco dell'argento nel filtro vergine.
I^a_{corr}	Intensità corretta del picco netto.
Γ	Fattore di correzione.
Γ_n	Trasmittanza del campione.
R	Rapporto tra il seno dell'angolo di diffrazione dell'argento o il seno dell'angolo di diffrazione dell'analita.
ps	Colpi per secondo (unità di misura dell'intensità di un picco di diffrazione).
X	Peso dell'amianto contenuto nella polvere depositata sul filtro d'argento.
W	Peso totale della polvere depositata sul filtro d'argento.
Aggregato di amianto:	particella costituita da più fibre aggregate a formare fasci o oggetti di forma complessiva non fibrosa.
SEM:	microscopio elettronico a scansione.
ppm:	parti per milione.
risotilo:	amianto costituito dalla varietà fibrosa del serpentino (fillosilicato costituito da silicato di Mg).
rocidolite:	amianto costituito dalla varietà fibrosa della riebeckite (anfibolo costituito da silicato di Na e Fe).
amosite:	amianto costituito dalla varietà fibrosa della cummingtonite (anfibolo costituito da silicato di Mg e Fe).
tremolite:	anfibolo costituito da silicato di Mg e Ca.

Tabella n. 1a - Limiti inferiori di rivelabilità delle varie forme di amianto puro e inoltre della crocidolite in differenti matrici.

Componente	LLD (μg)
Crisotilo	7.4
Amosite	6.3
Crocidolite	4.2
Croc. in Talco	5.3
Croc. in Cemento Portland	5.0
Croc. in SiO_2	5.0

Tempo di integrazione del picco analitico principale: 400 secondi.
Area di deposizione sul filtro d'argento: 1.0 cm².
Peso totale dei campioni in matrice: 0.5 mg.

Tabella n. 1b Limiti inferiori di rivelabilità del crisotilo puro e in differenti matrici.

Componente	LLD (μg)
Crisotilo puro	2.2
in Talco	2.7
in Cemento Portland	2.7
in SiO_2	3.1
in SiO_2	3.5

Tempo di integrazione del picco analitico principale: 1.000 secondi.
Area di deposizione sul filtro d'argento: 1.0 cm².
Peso totale dei campioni in matrice: 0.5 mg.

Tabella n. 2 - Risposta difrattometrica e granulometria dei campioni.

Tempo di macinazione	cps per 400 μg *ma (s)*	lunghezza μm *mg (sg)*	diametro μm *mg (sg)*	volume μm³ *mg (sg)*
0'	11.5 (2.1)	37 (2.8)	4.3 (2.2)	666 (770)
5'	16.6 (1.1)	27 (2.1)	2.4 (1.8)	155 (233)
15'	14.5 (0.8)	17 (0.9)	1.4 (2.2)	37 (104)
30'	13.8 (1.0)	16 (2.1)	1.2 (2.1)	24 (80)
45"	13.2 (0.8)	16 (2.1)	0.8 (2.1)	12 (53)

mg: media geometrica *sg: deviazione standard geometrica*
ma: media aritmetica *s: deviazione standard*

Tabella n. 3 - Condizioni operative e parametri di misura al diffrattometro.

Condizioni operative
Tubo di rame. Eccitazione: 40 KV - 45 mA. Finestra di Nichel. Sli""t in entrata: 1° - Receiving slit: 0,2 mm - Scatter slit: 1° Campionatore rotante. Velocità di rotazione: 100 giri/min. Velocità di scansione: (1/4)°/min. Tempo di integrazione: 400 sec.

Parametri di misura		
Componente	Picco analitico* (2 θ)	Intervallo scansione* (2 θ)
Crisotilo	12,04	11,20 - 12,87
Crocidolite	10,49	9,65 - 11,32
Amosite	10,28	9,44 - 11,11
Argento	38,05	37,22 - 38,89

(*) Riferiti alla kα del Cu: λ = 0.154178 nm.

Tabella n. 4 - Pendenze delle curve di calibrazione del crisotilo e della crocidolite in matrice prima e dopo la correzione per l'assorbimento.

Componente	Pendenza (cps/μg)	
	non corretta	corretta
Crisotilo puro	0.66	—
in Talco	0.50	0.57
in Cemento Portland	0.56	0.64
in SiO_2	0.47	0.56
in TiO_2	0.44	0.55
Crocidolite pura	0.92	—
in Talco	0.71	0.94
in Cemento Portland	0.73	0.89
in SiO_2	0.63	0.88

Tabella n. 5.

N	4	8	16	32	64	100	400
ΔN/N	0.5	0.35	0.25	0.18	0.13	0.10	0.05
e_s/f				0.3	0.3	0.3	0.3
ΔC/C				0.48	0.46	0.40	0.35
C (ppm) (*a*)	120	250	500	1000	2000	3000	≈ 1%

(*a*) I valori di concentrazioni in ppm riportati sono stati calcolati mediante lo stesso fattore di conversione da numero di fibre a peso usato nel punto precedente.

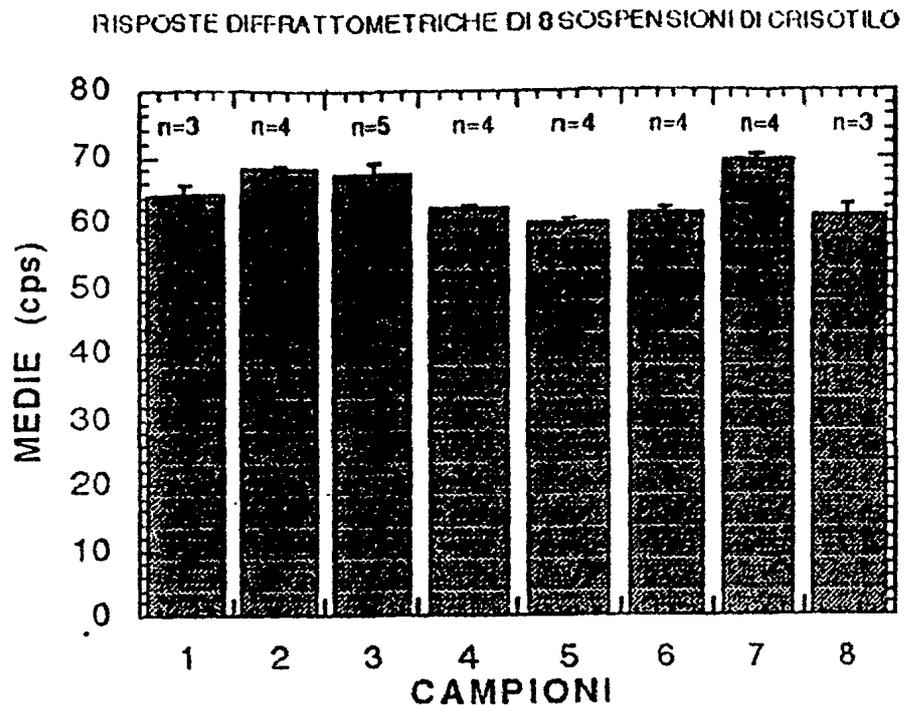



Figura 1

Risposte diffrattometriche di 31 campioni di crisotilo puro (100 µg) provenienti da 8 diverse sospensioni; n indica il numero di campioni preparati da ciascuna sospensione mentre il trattino verticale è una misura, nella stessa scala dell'asse delle ordinate, dell'errore standard associato alla media.

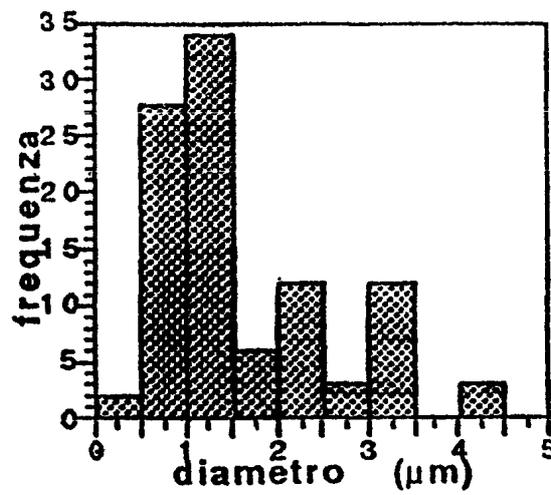



Figura 2

Distribuzione dei diametri delle fibre di crisotilo dopo 30 minuti di macinazione.

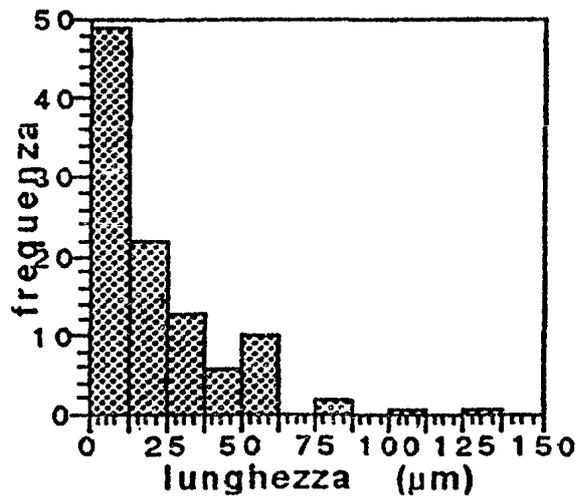
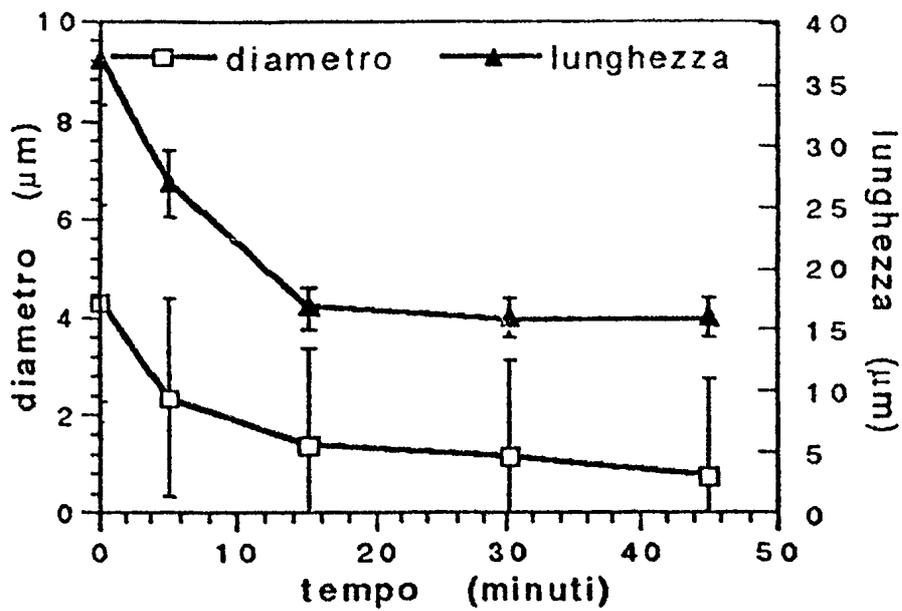
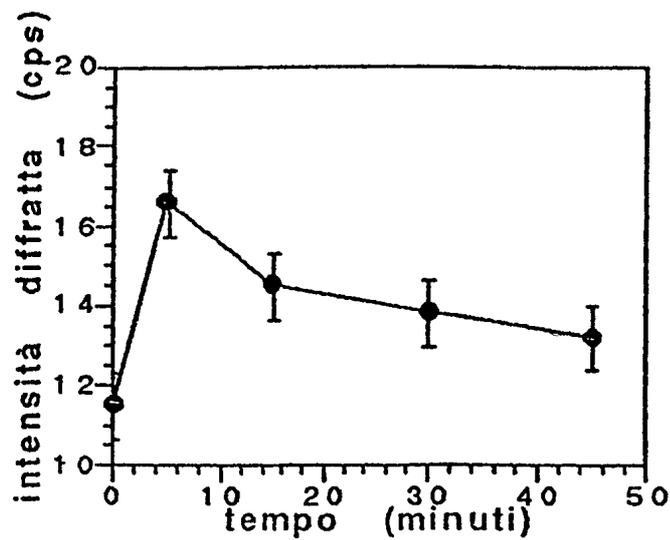



Figura 3

Distribuzione delle lunghezze delle fibre di crisotilo dopo 30 minuti di macinazione.

Cinetica di comminuzione delle fibre di crisotilo.

Risposta diffrattometrica del crisotilo in funzione del tempo di macinazione.
I dati si riferiscono a campioni di 400 µg di amianto-cemento.

ALLEGATO 2

DETERMINAZIONE QUANTITATIVA DELLE CONCENTRAZIONI DI FIBRE DI AMIANTO AERODISPERSE IN AMBIENTI INDOOR

A) Microscopia ottica in contrasto di fase (MOCF).

1A) Procedura per campionamento e analisi:

a) Filtri di prelievo: esteri misti di cellulosa, da 25 mm di diametro grigliati, con porosità tra 0,8 e 1,2 micrometri (μm).

b) Portafiltri: metallici con estensione metallica oppure in materiale plastico conduttore.

c) Supporto cellulosico: su di esso deve essere posto il filtro di campionamento (pad).

d) Flusso di prelievo: il flusso può variare fra 1 l/min e 12 l/min, deve essere costante durante tutto il tempo di campionamento, controllato all'inizio e alla fine di ogni prelievo e mantenuto entro ± 10%. Per ridurre i tempi di campionamento può essere utilizzato un flusso più alto senza per altro inficiare l'efficienza di campionamento.

e) Volume da prelevare: deve essere di almeno 480 litri o maggiore. Il campionamento dovrebbe assicurare almeno una densità di fibre sul filtro vicina alle 20 ff/mm² (vedi punto m). Nel caso in cui il filtro di campionamento sia troppo carico di particolato si possono prelevare, in parallelo o in sequenza, due campioni da almeno 240 litri ciascuno.

f) Preparazione del campione (vetrini): la procedura è descritta nel metodo indicato dalla Dir. CEE 83/477 (1); (vapori di acetone e triacetina) Per diminuire il tempo necessario alla completa diafanizzazione, dopo la applicazione della triacetina (normalmente di ca. 24 ore), si può scaldare il preparato (vetrino più coprioggetto) per 15 minuti a circa 50°C su una piastra riscaldante.

g) Campi microscopici da esaminare: devono essere 200 per un campione di 480 litri (nel caso di due campioni da 240 litri ciascuno posti a ca. 4 metri di distanza, si esaminano 200 campi ciascuno ed il risultato si riporta a 480 litri e 200 campi): Quando si è potuto prelevare un volume d'aria maggiore di 480 litri (fino ad un massimo di 2000 litri) può essere ridotto il numero di campi da esaminare. Un campo microscopico corrisponde all'area reticolo di Walton-Beckett (a 500 × è 0.00785 mm²).

h) Criteri di conteggio per la MICROSCOPIA OTTICA IN CONTRASTO DI FASE: criteri descritti nella Dir. CEE 83/477 (1).

(*Nota:* Questi criteri impongono di considerare qualunque particella di forma allungata avente lunghezza >*5μm, diametro* <3μm e rapporto lunghezza/diametro >3:1; tuttavia in molti casi un analista esperto può distinguere, sulla base di caratteristiche morfologiche specifiche, o usando filtri polarizzatori incrociati, particelle allungate non di amianto. In tal caso occorre riportare in dettaglio sia il numero di fibre totali conteggiate, sia il numero di fibre non ritenute di amianto, indicando i criteri distintivi impiegati).

l) Filtri bianchi: uno ogni 25 filtri usati (batch) oppure almeno il 10% del totale dei filtri usati per l'insieme dei campionamenti. Il valore del numero di fibre riscontrate in un numero di campi eguali a quello esaminato nei campioni non deve mai superare 3 fibre, in caso contrario si deve presumere una sorgente di contaminazione che occorrerà individuare ed eventualmente scartare l'intero set di filtri.

m) Variabilità del metodo: Nell'ambito di un laboratorio che esegue continuativamente analisi di campioni applicando il metodo del filtro a membrana per le fibre di amianto, è stato sperimentalmente riscontrato un coefficiente di variazione (CV) intralaboratorio che può essere rappresentato dalla relazione:

$$CV = \sqrt{[N + (0.2 \cdot N)^2]} \;/\; N$$

dove N = numero fibre trovate nel numero di campi ispezionati. Il limite fiduciario superiore (LFS) e inferiore (LFI) nel caso di campioni con densità di fibre inferiore a ca. 20 ff/mm² possono essere calcolati dalle seguenti relazioni:

$$LFI = N - 1{,}3 \cdot CV \cdot N$$

$$LFS = N + 2{,}3 \cdot CV \cdot N$$

n) Calcolo della concentrazione C:

$$C\ (\text{ff/litro}) = [10^6 \cdot N \cdot D^2] / [V \cdot n \cdot d^2]$$

dove: N = n. di fibre contate in totale (su un solo filtro o su 2 filtri);

n = n. di campi del reticolo esaminati su un solo filtro (200 o meno in funzione del volume totale prelevato);

D = in mm, diametro effettivo del filtro (filtro da 25 mm di diametro);

d = in micron, è il diametro del reticolo di Walton Beckett (100 micrometri);

V = in litri, il volume di aria prelevato (su un solo filtro o su due filtri).

o) Presentazione dei risultati: In aggiunta al dato di concentrazione, per ogni campione deve essere allegato il rispettivo modulo di conteggio rigorosamente completo in ogni sua parte, e sottoscritto dall'analista.

2A) Direttiva 83/477/CEE (1) - Metodo di riferimento per le misurazioni del tenore dell'amianto nell'aria nel luogo di lavoro:

a) I campioni sono prelevati nella zona di respirazione dei singoli lavoratori: cioè entro una semisfera di 300 mm di raggio che si estende dinanzi alla faccia del lavoratore e misurata a partire dal punto di mezzo di una linea congiungente le sue orecchie.

b) Si usano filtri a membrana (esteri misti di cellulosa o nitrato di cellulosa) di porosità tra 0,8 e 1,2 μm con reticolo stampato e con diametro di 25 mm.

c) Si usa un portafiltro a faccia aperta provvisto di cappuccio metallico cilindrico, estendentesi tra 33 mm e 44 mm davanti al filtro e che permetta l'esposizione di un'area circolare di almeno 20 mm di diametro. Durante l'uso il cappuccio è rivolto verso il basso.

d) Si usa una pompa portatile a batteria, portata sulla cintura o in una tasca del lavoratore. Il flusso deve essere esente da pulsazioni e la portata regolata inizialmente a 1 l/min ± 5%. Durante il periodo di campionamento la portata è mantenuta entro ± 10% della portata iniziale.

e) Il tempo di campionamento è misurato con una tolleranza del 2%.

f) Il carico di fibre ottimale sui filtri è compreso tra 100 e 400 fibre/mm^2.

g) In ordine di preferenza l'intero filtro, o un suo segmento, posto su un vetrino da microscopio, è reso trasparente mediante il metodo acetone-triacetina e coperto con vetrino coprioggetti.

h) Per il conteggio è usato un microscopio binoculare con le seguenti caratteristiche:

Illuminazione Koehler.

Un condensatore ABBE o acromatico a contrasto di fase incorporato nel complesso posto sotto al piatto portaoggetti e montato con possibilità di centraggio e messa a fuoco. L'aggiustamento del centraggio per il contrasto di fase è indipendente dal meccanismo di centraggio del condensatore.

Un obiettivo acromatico a contrasto di fase positivo parafocale, a 40 ingrandimenti, con un'apertura numerica compresa tra 0,65 e 0,70 e con assorbimento dell'anello di fase compreso tra 65 e 85%.

Oculari a compensazione a 12,5 ingrandimenti. Almeno un oculare deve permettere l'inserimento di un reticolo ed essere del tipo con messa a fuoco.

Un reticolo oculare circolare Walton-Beckett che abbia un diametro apparente sul piano oggetto di 100 μm ± 2 μm quando si usano l'obiettivo e l'oculare indicati, e che sia controllato con un micrometro dell'oggetto.

i) Il microscopio è montato secondo le istruzioni del fabbricante e il limite di rivelabilità controllato mediante un «vetrino di prova per contrasto di fase». Quando siano usati nel modo specificato dal fabbricante si deve poter vedere fino al codice 5 sui vetrini di prova AIA e sino al blocco 5 sul vetrino di prova HSE/NPL Mark 2. Tale procedura deve essere effettuata all'inizio della giornata di lavoro.

l) Il conteggio dei campioni è effettuato secondo le seguenti regole:

Per fibra da contare si intende qualunque particella di lunghezza > 5μm, diametro < 3μm e rapporto lunghezza/diametro > 3:1 che non sia in contatto con una particella con diametro massimo maggiore di 3 μm.

Le fibre da contare che hanno le sue estremità entro l'area del reticolo devono essere contate come un'unica fibra; una fibra avente una sola estremità all'interno di tale area deve essere contata come mezza fibra.

Le aree del reticolo per il conteggio devono essere scelte a caso all'interno della superficie esposta al filtro.

Un agglomerato di fibre che appaia compatto e intero in uno o più punti della sua lunghezza, ma appaia diviso in trefoli (fibra ramificata) in altri, deve essere contato come fibra se è conforme al primo trattino del presente punto; il diametro è misurato attraverso la parte intera e non quella ramificata.

In qualsiasi altro agglomerato di fibre in cui le singole fibre si tocchino o si incrocino (fascio), queste devono essere contate individualmente ogniqualvolta possano essere distinte sufficientemente per stabilire che sono conformi al primo trattino del presente punto. Se non è possibile distinguere nessuna singola fibra rispondente a tale definizione, il fascio deve essere contato come un'unica fibra, sempre che sia conforme nel suo complesso al primo trattino del presente punto.
Se più di un ottavo di un area del reticolo è coperto da un agglomerato di fibre e/o particelle, tale area del reticolo deve essere scartata ed un altra area deve essere esaminata per il conteggio.

Si devono contare 100 fibre con un minimo di 20 aree di reticolo o esaminare 100 aree di reticolo.

m) Il numero medio di fibre per reticolo deve essere calcolato dividendo il numero delle fibre contate per il numero delle aree di reticolo esaminate. Il contributo al risultato finale del conteggio dovuto a segni del filtro o a contaminazione deve essere inferiore a 3 fibre per 100 aree di reticolo ed essere determinato con filtri «bianchi».

B) Microscopia elettronica a scansione (SEM)

1°*B) Procedura per campionamento e analisi:*

a) Filtri di prelievo: membrana in policarbonato (NPF) da 0.8 µm di porosità, 25 mm di diametro (per il deposito usare la faccia più lucida).

(Nota: Per ridurre la carica elettrostatica presente nelle membrane NPF, può essere utile ricoprirle preventivamente con uno strato di carbone, sotto vuoto, da ambedue le parti. Tale strato dovrebbe avere uno spessore non superiore a circa 100 nm.).

b) Supporto cellulosico: membrane in esteri misti di cellulosa (o nitrato) da 3-8 µm di porosità, 25 mm di diametro;

c) Portafiltri: metallici con estensione metallica in materiale conduttivo o costruiti interamente in materiali conduttivi.

d) Flusso di prelievo: il flusso deve essere tale da assicurare una velocità lineare sulla faccia esposta della membrana pari a 0.35 m/sec ± 10%. La velocità lineare minima di 0.35 m/sec è necessaria per campionamenti che avvengono in presenza di elevata velocità dell'aria circostante il punto di prelievo (es. aria aperta o forti correnti d'aria).

Non è indispensabile in luoghi chiusi dove la velocità dell'aria è molto ridotta. In tal caso i parametri condizionanti sono il tempo di prelievo e l'intasamento del filtro, restando fisso il volume totale di ca. 3000 l.

Con filtri (o membrane) aventi diametro 25 mm e diametro effettivo di prelievo compreso tra 20 e 22 mm, il flusso di prelievo deve essere compreso tra 6 e 9 l/min ± 10% e mantenuto costante durante il tempo di prelievo. Il flusso di prelievo può essere superiore per ridurre i tempi di campionamento, compatibilmente con l'effetto di intasamento della membrana. Quando tale effetto faccia abbassare il flusso al di sotto di circa 6 l/min, è opportuno interrompere il campionamento, annotando il volume di aria campionato (vedi il successivo punto).

e) Volume di aria da prelevare: il metodo prevede un volume minimo di campionamento pari a circa 3000 litri su di un'area effettiva di circa 315 mm² (diametro effettivo di ca. 20 mm).

Se la portata di prelievo è di circa 8 l/min, il tempo necessario sarà di circa 6 ore. Usando portate maggiori si può ridurre il tempo di campionamento (vedi punto *d)*.

Se non è possibile prelevare 3000 litri su di una stessa membrana, a causa dell'eccessiva perdita di carico o dell'eccessivo deposito di particelle, si possono prelevare 2 campioni da circa 1500 litri ciascuno e quindi considerare i risultati analitici di questi sommandoli come se fossero riferiti ad un unico campione di ca. 3000 litri. Tale procedura può essere applicata anche a campioni prelevati con flussi di campionamento più elevati.

f) Preparazione dei campioni: si prepara una basetta sul portacampioni o stub (normalmente di Alluminio) spalmando strati successivi di sospensione di grafite. Quando l'ultimo strato è ancora umido, si stende una porzione del filtro di prelievo (NPF), ritagliata con attenzione, evitando la caduta della polvere ivi depositata (per un portacampioni tipo Cambridge o Philips in Al è sufficiente ritagliare un quarto del filtro di prelievo). Durante la deposizione della porzione di filtro sulla grafite occorre evitare quanto più possibile la formazione di bolle d'aria. La preparazione si completa saldando, ove necessario, alcuni punti dei bordi della porzione di filtro con grafite, usando una punta sottile (ad esempio bastoncini di legno appuntiti). Successivamente a questa fase il campione sullo stub viene ricoperto con uno strato di oro di circa 25-50 nm, in uno «sputter coater». In caso di necessità di eseguire la microanalisi a dispersione di energia (EDXA) con maggiore accuratezza è opportuno eseguire il ricoprimento con carbone per uno strato di ca. 100 nm.

g) Condizioni strumentali: le condizioni di lavoro al SEM possono essere diverse per le differenti marche di microscopi, tuttavia esse devono essere tali da permettere la individuazione di fibre aventi almeno 0.2 micrometri di diametro.

I parametri che influenzano la visibilità o la microanalisi per l'identificazione delle fibre sono:

il voltaggio di accelerazione (VA): risulta soddisfacente un VA compreso tra 20 e 30 KV.

l'angolo di tilt: quando viene usato un angolo elevato è necessario operare una correzione per la determinazione della lunghezza delle fibre, inoltre, in questo caso si possono avere problemi di messa a fuoco.

Come raccomandazione generale occorre aggiustare l'angolo di tilt in modo da avere una buona resa microanalitica [$S \geq 3\sqrt{B}$, dove: S (segnale) — P (altezza del picco) - B (altezza del fondo)] e una buona visibilità per le fibre più sottili (intorno a 0.2 microns).

La distanza di lavoro: essa influenza sia la resa microanalitica, che la visibilità. In genere i SEM sono già ottimizzati rispetto a questo parametro.

Diametro del raggio elettronico: un diametro più elevato determina un conteggio di raggi X maggiore, una buona intensità del segnale, una risoluzione dell'immagine scarsa. Occorre scegliere le condizioni di compromesso più soddisfacenti.

L'allineamento del raggio, l'astigmatismo, la apertura, il contrasto e la luminosità dello schermo, devono essere impostate sperimentalmente per assicurare una adeguata visibilità.

Da notare che le dimensioni dello schermo, ovvero del campo di osservazione, possono essere diverse usando il modo «RASTER» oppure «TV».

h) Campi microscopici da esaminare: poiché la superficie corrispondente ad un campo di lettura (modo «TV») a 2000x circa, corrisponde a circa 2540 μm^2, per esplorare approssimativamente 1 mm^2 di superficie del filtro occorre osservare 400-450 campi. Nel caso in cui per raggiungere i 3000 litri siano stati prelevati 2 campioni da circa 1500 litri, su ciascun filtro si devono esplorare 400-450 campi e quindi si esprimeranno i risultati come indicato al punto 13.

i) Criteri di conteggio: vengono contate le fibre di lunghezza >5 µm, diametro <3 µm e rapporto lunghezza/diametro $>$ 3:1.

Tutte le fibre che giacciono completamente entro l'area di conteggio (area del campo a 2000 x corrispondente allo schermo posto nella posizione TV) vengono contate come una fibra.

Le fibre che sono a cavallo dei bordi dello schermo vengono contate come 1/2 fibra.

I campi di lettura devono essere scelti in modo da esplorare tutta la superficie del campione, evitando la sovrapposizione dei campi (è consigliabile stabilire un percorso sistematico a forma di «greca» operando sulle manopole degli assi x e y).

Un fascetto (fibra splittata) viene considerato come una fibra, se è conforme alle definizioni, il diametro deve essere misurato nella zona non separata di esso.

Le fibre in un agglomerato vengono contate singolarmente se vengono sufficientemente distinte (anche ad alto ingrandimento) purché soddisfino le dimensioni indicate nelle definizioni (in ogni caso si deve indicare il numero di agglomerati trovato).

Se più di 1/8 dell'area di conteggio (campo) è occupata da agglomerati di fibre o particelle, il campo viene respinto.

l) Filtri bianchi: almeno 2 membrane per ogni scatola di filtri, o il 10% dei campioni prelevati. Per filtro bianco si intende una membrana che abbia seguito tutte le varie fasi del campionamento (montata nel portafiltro, portata sul luogo di prelievo, aperta per il tempo necessario al prelievo, ma senza fare passare aria attraverso di essa) e quindi riportata, chiusa nel portafiltri, in laboratorio. I valori ottenuti dall'analisi dei bianchi non hanno influenza sul limite di rilevabilità del metodo, ma servono per il controllo della eventuale contaminazione delle membrane vergini.

m) Identificazione delle fibre: l'analisi elementare viene realizzata tramite lo spettrometro a raggi X a dispersione di energia (EDXS).

Le condizioni strumentali del SEM (distanza di lavoro, angolo di tilt, diametro del raggio elettronico, voltaggio di accelerazione, apertura dei condensatori, ampiezza del canale — generalmente è preferibile una ampiezza di 10 eV/canale, ma possono essere utilizzate ampiezze diverse comprese tra 10 e 50 eV/canale —, tempo di integrazione) devono essere aggiustate in modo tale da fornire uno spettro sufficientemente chiaro su una fibra di crisotilo standard di 0.2 µm di diametro.

Ciò significa che per i picchi del Mg e del Si devono essere contemporaneamente soddisfatte le relazioni:

$$S > 3\sqrt{B}, \quad (S+B)/B > 2:1$$

dove: S (segnale) + B (fondo) = altezza del picco (P).

In termini pratici è soddisfacente che i picchi di Mg e Si (crisotilo), Si e Fe (crocidolite e amosite), Mg, Si, Ca (tremolite), siano sufficientemente evidenziabili al di sopra del fondo in un tempo di integrazione compreso tra 30 e 100 secondi.

n) Variabilità del metodo: se si assume una distribuzione casuale di tipo Poissoniano delle fibre sulla membrana di prelievo, per un volume campionato di ca. 3000 litri (su un solo filtro o su due da 1500 litri ciascuno) e per una superficie del filtro esaminata pari a ca. 1 mm^2 il ritrovamento di 1 fibra corrisponde a ca. 100 F/m^3.

Assumendo valida una distribuzione Poissoniana, con il 95% di probabilità il numero medio di fibre per mm^2 sul filtro sarà compreso tra 0.025 F/mm^2 (limite fiduciario inferiore o LFI) e 5.6 F/mm^2 (limite fiduciario superiore o LFS) e cioè tra 2.5 e 560 F/m^3 (vedi tabelle della distribuzione di Poisson). Per 0 fibre trovate in ca. 1 mm^2, le tabelle indicano che il valore superiore della distribuzione Poissoniana è pari a ca. 4 fibre/mm^2 e cioè una concentrazione pari a ca. 400 F/m^3.

o) Espressione dei risultati:

$$C = (n \cdot \pi \cdot d^2)/(4 \cdot N \cdot A \cdot V)$$

C = Fibre/m^3;

n = n° di fibre conteggiate su un solo filtro da 3000 litri, oppure su due filtri da circa 1500 litri ciascuno. Nel caso che sia disponibile un solo filtro (con meno di 3000 litri) ci si riferirà solo a questo, tenendo conto che il LAA sarà diverso;

N = n° di campi esaminati su ogni filtro;

d = diametro effettivo del filtro di prelievo in metri;

A = area di un campo a 2000 x circa, in m^2;

V = volume prelevato in m^3.

(1) Recepita con decreto legislativo n. 277 del 15.8.1991, pubblicata nel Supplemento Ordinario n. 53 alla *Gazzetta Ufficiale* n. 200 del 27/8/1991.

ALLEGATO 3

IDENTIFICAZIONE QUALITATIVA DELLE FIBRE DI AMIANTO MEDIANTE LA TECNICA DELLA DISPERSIONE CROMATICA IN MICROSCOPIA OTTICA

La tecnica della dispersione cromatica in microscopia ottica è particolarmente utile nell'identificazione delle particelle minerali.

Il principio ottico su cui si fonda è la variazione dell'indice di rifrazione dei minerali in funzione della lunghezza d'onda della luce che li attraversa; con l'aumentare di questa generalmente l'indice di rifrazione diminuisce. Sperimentalmente si osserva che la maggior parte dei liquidi ha una dispersione cromatica maggiore dei solidi.

Quando gli indici di rifrazione del minerale e del liquido in cui questo viene immerso, sono prossimi, in luce bianca, si producono fenomeni cromatici tanto più evidenti quanto più grande è la variazione dell'indice di rifrazione del liquido rispetto a quella del minerale.

Se consideriamo il punto in cui si intersecano le curve di dispersione del minerale e del liquido, in quel punto (a quella stessa lunghezza d'onda) liquido e solido hanno lo stesso indice di rifrazione.

La luce di quella lunghezza d'onda attraverserà indeviata il sistema solido-liquido mentre la luce di altre lunghezze d'onda passando dal solido al liquido devierà verso la normale al bordo in maniera diversa a seconda che sia minore o maggiore l'indice di rifrazione. Tali deviazioni dipendono infatti dalla differenza tra gli indici del solido e del liquido per le varie lunghezze d'onda.

Nel caso di sostanze isotrope e minerali monorifrangenti, che possiedono cioè un solo indice di rifrazione, l'unica colorazione che questo tipo di particelle assumono in un determinato liquido, serve come mezzo di identificazione.

I minerali di amianto, ad eccezione dell'antofillite che cristallizza nel sistema ortorombico, cristallizzano nel sistema monoclino e sono quindi birifrangenti. Generalmente le fibre di amianto hanno l'indice di rifrazione maggiore nγ parallelo alla direzione allungata della fibra mentre l'indice di rifrazione inferiore nα si trova nella direzione perpendicolare. Per la sola crocidolite, che ha una orientazione ottica negativa, avviene il contrario.

Considerando i due indici di rifrazione principali, nγ ed nα, a ciascuno di essi corrisponderà quindi una curva di dispersione cromatica distinta.

Di conseguenza durante l'osservazione del minerale in un liquido ad indice di rifrazione intermedio, che interseca con la sua curva quelle dei due indici di rifrazione principali, si avrà una sovrapposizione degli effetti cromatici. Ciò viene superato con l'illuminazione del preparato tramite luce polarizzata piana. Ogni particella, in tal modo, presenterà gli effetti cromatici caratteristici di ogni singolo indice di rifrazione quando la loro direzione di vibrazione coincide con quella della luce polarizzata. Per evidenziare tali colorazioni relative agli indici di rifrazione nγ ed nα, bisognerà porre la direzione allungata della fibra prima parallelamente e poi perpendicolarmente alla direzione di vibrazione del polarizzatore.

LIQUIDI AD ALTA DISPERSIONE

Per identificare i diversi tipi di fibre di amianto, per mezzo di tale tecnica, sono necessari liquidi ad alta dispersione dell'indice di rifrazione.

Miscele con le caratteristiche richieste si possono preparare partendo da alcuni liquidi organici come cianato di etile, ioduro di metilene, iodomercurato di potassio e nitrotoluolo.

In commercio esistono liquidi con le caratteristiche ottiche necessarie, con indice di rifrazione nell'intervallo di 1,50 e 1,80. Risultano particolarmente utili i liquidi ad indice di rifrazione uguale a 1, 55, 1, 58, 1, 67, 1, 70. Necessario per l'impiego della tecnica di dispersione è innanzitutto l'allineamento del sistema ottico e la necessità di una sorgente luminosa ad alta intensità (12 V, 50 W) e la realizzazione del campo scuro inserendo sotto il condensatore un diaframma circolare di diametro adeguato. È infatti indispensabile che l'apertura del fascio luminoso sia maggiore dell'apertura dell'obiettivo; poiché l'apertura dei normali condensatori per contrasto di fase è di 0,80, per questo tipo di osservazioni saranno necessari obiettivi di apertura inferiore a 0,80. Con i normali microscopi Leitz Ortoluz attrezzati per il contrasto di fase con condensatore ed obiettivi 10X, 25X e 4X occorre impostare i diaframmi del condensatore in posizione 3 per i primi due e in posizione 5 per il terzo obiettivo. Infine per l'osservazione a luce polarizzata sarà sufficiente utilizzare un filtro polarizzatore ruotante all'uscita della sorgente luminosa.

Vengono comunque indicati dal costruttore, per altri tipi di microscopio oggi comunemente in commercio, tutti i parametri necessari per tale tipo di osservazione. In tabella 1 si riportano i colori di dispersione che si ottengono per ogni singola varietà di amianto usando liquidi ad indice di rifrazione 1,55, 1,58, 1,67, 1,70, in campo scuro, in contrasto di fase e luce polarizzata.

Tale metodo permette un riconoscimento ottimale delle fibre di amianto aventi diametro superiore a 0,4 µm. La sensibilità del metodo permette di valutare le parti per milione sia su un campione in massa che su campioni su filtro dopo aver separato naturalmente la matrice filtrante. Con tale tecnica è infine possibile passare all'osservazione in fase dello stesso campo visivo microscopico, il che ovviamente permette di ottenere ulteriori elementi di valutazione per l'identificazione delle fibre di amianto.

Per arrivare ad una valutazione della concentrazione dell'amianto in termini di peso è necessario trasformare il numero delle fibre osservate e la loro granulometria in un valore ponderale; ciò è possibile valutando in base alla dimensione delle fibre il loro volume. Macinando opportunamente il campione in laboratorio sino ad ottenere diametri delle fibre inferiori a 10 µm è possibile affermare, come dimostrato in via sperimentale, che il numero delle fibre osservate con la tecnica descritta corrisponde in buona approssimazione al volume dell'amianto nel campione. Conoscendo il peso specifico delle singole varietà di amianto e delle matrici in cui queste si trovano è pertanto possibile risalire alla percentuale in peso dell'amianto presente nel campione.

Il limitato potere risolutivo, circa 0.25 µm, di tale tecnica microscopica rende difficoltosa la valutazione delle fibre di diametro inferiore a 0.5 µm; inoltre la sua limitata profondità di campo non permette di ben focalizzare fibre che non si trovino perfettamente sul piano immagine del microscopio.

TABELLA 1

Colori di dispersione per le fibre di asbesto

Tipo di asbesto	Indici di rifrazione n_D 25°C															
	1.550				1.580				1.670				1.700			
	Campo scuro		Contr. fase		Campo scuro		Contr. fase		Campo scuro		Contr. fase		Campo scuro		Contr. fase	
	// (1)	⊥ (2)	//	⊥	//	⊥	//	⊥	//	⊥	//	⊥	//	⊥	//	⊥
Amosite	(BIANCO)		colore scuro alone chiaro		(BIANCO)		grigio scuro nero (piccole)		giallo arancio	blu viola	grigio blu alone arancio	blu chiaro alone arancio	indaco blu	celese blu	celeste alone senape	bianco alone violaceo giallo
Antofillite	—	—	—	—	giallo	giallo arancio	grigio scuro nero (piccole) (alone chiaro)		blu	blu chiaro	—	—	—	—	—	—
Crocidolite	(BIANCO)		Colore scuro nero (piccole) (alone chiaro)		(BIANCO)		grigio scuro nero (piccole)		giallo arancio	giallo	blu grigio	blu violetto	viola rosa	rosa porpora	blu (alone arancio)	blu viola (alone arancio)
Crisotilo	viola porpora	blu	celeste scuro (alone arancio)	celeste chiaro (alone arancio)	blu chiaro	blu chiaro	(BIANCO) (alone scuro)		(BIANCO) (riflessi celesti)		(bruno) (chiaro)		(BIANCO) riflessi celesti		(BIANCO)	
Tremolite	—	—	—	—	giallo	giallo arancio	grigio scuro nero (piccole) (alone chiaro)		blu	blu chiaro	—	—	—	—	—	—

(1) Polarizzatore parallelo all'asse della fibra: //

(2) Polarizzatore perpendicolare all'asse della fibra: ⊥

ALLEGATO 4

CRITERI PER UNA CORRETTA SCELTA DEI MEZZI DI PROTEZIONE INDIVIDUALI DELLE VIE RESPIRATORIE

In tutte le lavorazioni durante le quali i rischi inerenti l'esposizione a polveri e fibre di amianto non possono essere evitati o sufficientemente limitati da misure tecniche di prevenzione o da mezzi di protezione collettiva, il datore di lavoro mette a disposizione dei lavoratori idonei dispositivi di protezione individuale delle vie respiratorie (respiratori)

I respiratori contro il materiale particolato e fibroso possono essere di vario tipo a seconda del grado di protezione che si intende ottenere; questo va valutato in rapporto al grado di inquinamento ambientale.

Con riferimento alle indicazioni del CEN (CEN/TC 79: Guidelines for selection and use of respiratory protective devices. Draft information report) i filtri dei respiratori possono essere di classe P1, P2 e P3 rispettivamente di bassa, media ed alta efficienza.

Ad ogni combinazione facciale/filtro corrisponde un valore del fattore di protezione nominale che indica il rapporto fra le concentrazioni dell'inquinante nell'atmosfera ambiente e nell'aria inspirata dall'operatore.

Per una valutazione dell'idoneo respiratore che si intende adottare si forniscono di seguito i valori dei fattori di protezione nominale per le diverse combinazioni facciale/filtro.

Nei casi in cui la protezione offerta dai respiratori a filtro non risultasse sufficiente, il ricorso a respiratori isolanti consente di raggiungere valori del fattore di protezione nominale sino a 10.000. Con l'adozione di tali dispositivi le vie respiratorie dell'operatore sono isolate rispetto all'ambiente di lavoro in quanto l'aria per l'inspirazione proviene da una sorgente esterna all'ambiente stesso.

Nell'ambito dei lavori dello stesso CEN/TC 79, in linea cautelativa, l'attuale tendenza è di considerare accanto al fattore di protezione nominale, un fattore di protezione «reale» di valore pari alla metà di quello nominale. Ciò per tenere conto delle effettive situazioni «reali» che si possono verificare nei posti di lavoro in relazione all'imprecisione nell'indossamento del mezzo di protezione, ad una eventuale carenza di manutenzione dello stesso, ecc.

Poiché sappiamo che il limite massimo di esposizione, relativo ad una determinata sostanza, è dato dalla relazione:

Limite massimo di esposizione = FP × TLV

in cui FP è il fattore di protezione, si possono presentare le seguenti situazioni.

Se prendiamo in considerazione ad esempio la crocidolite (TLV 0,2 fibre/cm^3) una semimaschera con filtro P3 offrirà una garanzia di protezione (per il lavoratore) sino alla concentrazione di 10 fibre/cm^3, se ci riferiamo al fattore di protezione nominale, sino a 5 fibre/cm^3 nel caso che il fattore di protezione sia «reale».

Per i lavori di bonifica, durante i quali vengono raggiunte solitamente concentrazioni elevate di fibre di amianto, vengono normalmente preferiti, in relazione alle condizioni microclimatiche favorevoli per l'indossatore, gli elettrorespiratori THP3 e TMP3. Se questi risultassero insufficienti per la garanzia di protezione che si deve raggiungere, possono essere utilizzati respiratori isolati.

In questo caso solo quelli autonomi con bombole di aria o di ossigeno compressi (autorespiratori) essendo difficile, soprattutto in relazione alle esigenze di mobilità degli operatori, l'utilizzo di respiratori isolati non autonomi (a presa d'aria esterna o ad adduzione di aria compressa).

Per una più completa descrizione della casistica degli apparecchi di protezione delle vie respiratorie si rimanda alle norme UNI EN 133 e UNI EN 134 (1991).

Lavorazioni saltuarie.

Per i lavori saltuari (manutenzioni di controsoffittature, di impianti elettrici, ecc.) durante i quali sia possibile venire a contatto con materiali contenenti amianto non «friabile» e non sia evidente un rilascio di fibre nell'ambiente, l'uso di una semimaschera con filtro P3 si ritiene possa offrire sufficienti garanzie in relazione ad eventuali imprevisti che possono provocare concentrazioni di fibre di amianto momentaneamente elevate; tale respiratore non risulta inoltre inutilmente sovradimensionato in relazione proprio alla saltuarietà delle lavorazioni.

Se invece, per necessità operative, il materiale contenente amianto deve o può essere manomesso, la zona di manutenzione andrà ovviamente circoscritta; andrà quindi effettuata una valutazione ambientale, avvalendosi anche di dati riscontrati in situazioni analoghe, al fine di scegliere l'idoneo mezzo di protezione delle vie respiratorie.

Le successive fasi operative seguiranno l'iter previsto nei cantieri ove si effettua la bonifica dell'amianto.

Si fa infine presente che in base al decreto legislativo n. 475 del 4/12/92, i dispositivi di protezione individuale (DPI) commercializzati a partire dal 1/1/95 dovranno essere accompagnati dalla dichiarazione di conformità CE (il fabbricante dichiara che il DPI è conforme ai requisiti essenziali indicati dalla direttiva) e muniti del marchio CE.

Sino al 31/12/94 possono essere commercializzati i DPI prodotti entro il 1992 in base alle normative vigenti nazionali o di altri Paesi della Comunità europea.

Combinazione	Fatt. prot. nom.
Facciale filtrante P1 (FFP1) o semimaschera con filtro P1	4
Facciale filtrante P2 (FFP2) o semimaschera con filtro P2	12
Facciale filtrante P3 (FFP3) o semimaschera con filtro P3	50
Maschera intera con filtro P1	5
Maschera intera con filtro P2	20
Maschera intera con filtro P3	1000
Elettrorespiratore con cappuccio o casco e filtro P1 (THP1)	10
Elettrorespiratore con cappuccio o casco e filtro P2 (THP2)	20
Elettrorespiratore con cappuccio o casco e filtro P3 (THP3)	500
Elettrorespiratore con maschera e filtro P1 (TMP1)	20
Elettrorespiratore con maschera e filtro P2 (TMP2)	100
Elettrorespiratore con maschera e filtro P3 (TMP3)	2000

ALLEGATO 5

Scheda per l'accertamento della presenza di materiali contenenti amianto negli edifici

I - DATI GENERALI

A - DATI SULL'EDIFICIO VISITATO

Edificio visitato: ____________________

Indirizzo: ____________________ Tel.: __________

Uso a cui è adibito: ____________________

Tipo di costruzione: ☐ prefabbricato ☐ parz. prefabbricato ☐ non prefabbricato

Se prefabbricato: ☐ interamente metallico ☐ in metallo e cemento ☐ in amianto/cemento ☐ non metallico

Data di costruzione: ____________________

Area tot. edificio mq: __________ N. Piani __________ N. Locali: __________

Cantine: ☐ SI ☐ NO Mansarde: ☐ SI ☐ NO

Tipo di copertura:

☐ a terrazzo - ☐ guaina impermeabile - ☐ guaina imp. + piastrelle

☐ a tetto - ☐ tegole - ☐ guaina imp. + tegole

Eventuali ristrutturazioni:
(indicare: area interessata; tipo di intervento; data)

____

____

____

Ditta costruttrice dell'edificio: ____________________

Indirizzo: ____________________ **Tel.:** __________

(Se prefabbricato) ditta fornitrice: ____________________ **Tel.:** __________

N. occupanti: __________ **N. addetti manutenzione:** __________

Accesso al pubblico: ☐ SI ☐ NO
Orari e modalità di accesso del pubblico: ____________________

Persone contattate e Tel.: ____________________

____

Scheda per l'accertamento della presenza di materiali contenenti amianto negli edifici

II - DATI GENERALI

B - INDICAZIONI SUI MATERIALI SOSPETTI

	FRIABILITA'(1) Friabile	Compatto
1-[ ] Materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola	[ ]	[ ]
2-[ ] Rivestimenti isolanti di tubi e caldaie	[ ]	[ ]
3-[ ] Pannelli in cemento-amianto (all'interno dell'edificio)	[ ]	[ ]
[ ] Altri materiali (all'interno dell'edificio):		
....	[ ]	[ ]
....	[ ]	[ ]
4-[ ] Coperture in cemento-amianto	[ ]	[ ]

---

(1) Friabile: materiale che può essere facilmente ridotto in polvere con la semplice pressione manuale.

Compatto: materiale duro che può essere ridotto in polvere solo con l'impiego di attrezzi meccanici (dischi abrasivi, frese, trapani, ecc.).

Locale esaminato	Materiali individuati	N. rif. campioni prelevati

Notizie ricavate dai documenti dell'edificio: ____________________

____

Note: ____________________

____

____

Scheda per l'accertamento della presenza di materiali contenenti amianto negli edifici

II - DATI PARTICOLARI

A - DATI SUL LOCALE ESAMINATO

Locale esaminato: ____________________

Piano: ____________________

Attività svolta nel locale: ____________________

Accesso al pubblico: ☐ SI ☐ NO

Orari e modalità di accesso del pubblico: ____________________

N. Occupanti: ____________________

Attività svolta nella stanza superiore: ____________________

Note:

Scheda per l'accertamento della presenza di materiali contenenti amianto negli edifici

II - DATI PARTICOLARI

B - MATERIALI CHE RIVESTONO SUPERFICI APPLICATI A SPRUZZO

1 - Descrizione dell'installazione

Zona rivestita: ☐ soffitto ☐ pareti ☐ canalizzazioni
☐ elementi strutturali al di sopra di constrosoffitti sospesi
☐ altro: ____

Totale superficie rivestita mq: ____

— In caso di rivestimento del soffitto:

Tipo di soffitto: ☐ calcestruzzo ☐ pannellature ☐ rivestito in metallo

Forma del soffitto: ☐ piatto ☐ a cupola ☐ a barile ☐ a shed
☐ altro: ____

Altezza del soffitto mt: ____

Apparecchi di illuminazione: ☐ montati sulla superficie ☐ sospesi ☐ incassati

— In caso di rivestimento delle pareti:

Tipo di pareti: ☐ calcestruzzo liscio ☐ calcestruzzo ruvido ☐ muratura
☐ tavole d'intonaco ☐ altro: ____

Friabilità: [] Friabile [] Compatto

Spessore medio cm: ____ Spessore uniforme: ☐ SI ☐ NO

Trattamenti superficiali: ☐ verniciatura ☐ incapsulamento
☐ altro: ____

Sistema di riscald./ventilaz.: ☐ radiatori ☐ termoventilazione
☐ altro: ____

Tipo di pavimento: ☐ cemento ☐ piastrelle ☐ legno ☐ moquette
☐ altro: ____

Presenza di pannelli o tende che scorrono nel rivestimento: ____

Scheda per l'accertamento della presenza di materiali contenenti amianto negli edifici

II - DATI PARTICOLARI

B - MATERIALI CHE RIVESTONO SUPERFICI APPLICATI A SPRUZZO

2 - Condizioni del materiale

2.1 - Qualità dell'installazione

Ridotta coesione interna: ☐ il materiale tende a separarsi in strati
☐ il materiale libera polvere se lievemente strofinato

Ridotta aderenza al supporto: ☐ segni evidenti di distacco del supporto
☐ il materiale si muove su e giù sotto la pressione manuale

2.2. - Integrità della superficie

☐ Presenza di rotture e/o erosioni superficiali
(estensione superficie danneggiata (*): ______)
☐ Presenza di frammenti pendenti
☐ Presenza di detriti caduti sulle superfici orizzontali sottostanti

2.3 - Cause presumibili del danneggiamento

☐ Degrado spontaneo
☐ Cause accidentali o vandaliche
☐ Interventi di manutenzione sugli impianti
☐ Interventi sulle strutture
☐ altre: ______

2.4 - Infiltrazioni d'acqua

☐ segni evidenti di infiltrazioni d'acqua
(estensione superficie danneggiata (*): ______)
Cause dell'infiltrazione: ______

3 - Cause potenziali di danneggiamento

3.1 - Correnti d'aria

☐ Presenza di bocchette di immissione rivolte contro il rivestimento
☐ Circolazione di aria forzata in spazi chiusi compresi tra il rivestimento e un controsoffitto o altra struttura.

3.2 - Vibrazioni

☐ Macchine o attrezzature meccaniche: ______
☐ Fonti sonore: ______
☐ Autostrade
☐ Aereoporti

3.3. - Accessibilità

☐ Il materiale è interamente a vista
☐ Presenza di una barriera incompleta
(estensione della superficie a vista (*): ______)
☐ Presenza di una barriera completa

☐ Il materiale è accessibile solo per rari interventi di manutenzione
☐ Il materiale è accessibile per l'ordinaria manutenzione

[(*) In percentuale della superficie rivestita]

Scheda per l'accertamento della presenza di materiali contenenti amianto negli edifici

II - DATI PARTICOLARI

C - RIVESTIMENTI ISOLANTI DI TUBI E CALDAIE

1 - Descrizione dell'installazione

Tipo di rivestimento:	Tubazioni	Caldaie, Serbatoi, ecc.
— Impasti di tipo gessoso	☐	☐
— Cartoni, feltri, ecc.	☐	☐
— Corde, tele, nastri, ecc.	☐	☐

Rivestimenti o trattamenti superficiali: ____________________

____

____

Friabilità: [] Friabile [] Compatto

Estensione della superficie rivestita: ____________________

2 - Condizioni del materiale

Presenza di rotture superficiali: ____________________

Estensione della superficie danneggiata: ____________________

Cause presumibili del danneggiamento: ____________________

3 - Accessibilità

Altezza delle strutture rivestite: ____________________

Presenza di una barriera: ____________________

Note:

Scheda per l'accertamento della presenza di materiali contenenti amianto negli edifici

II - DATI PARTICOLARI

D - PANNELLI E ALTRI MATERIALI

1 - Descrizione dell'installazione

Tipo di materiale:	Pareti	Soffitto
— Pareti o soffitto in cemento/amianto	☐	☐
— Rivestimento con pannelli in cemento/amianto	☐	☐
— Rivestimento con cartoni o altri materiali a bassa densità	☐	☐

Rivestimenti o trattamenti superficiali: ____________________

____

____

Friabilità: [] Friabile [] Compatto

Estensione della superficie rivestita: ____________________

2 - Condizioni del materiale

Presenza di rotture superficiali: ____________________

Estensione della superficie danneggiata: ____________________

Cause presumibili del danneggiamento: ____________________

3 - Accessibilità

Altezza del materiale: ____________________

Presenza di una barriera: ____________________

Note:

Scheda per l'accertamento della presenza di materiali contenenti amianto negli edifici

II - DATI PARTICOLARI

E - COPERTURE IN CEMENTO-AMIANTO

1 - Descrizione dell'installazione

Tipo di materiale: [] lastre ondulate [] lastre piane
[] altro:................................

Rivestimenti o trattamenti superficiali:______________________________

Friabilità: [] Friabile [] Compatto

Estensione della superficie della copertura:________________________

Accessibilità dall'interno dell'edificio:
[] materiale confinato non accessibile
[] materiale non confinato accessibile dal sottotetto
[] materiale a vista
-se a vista: - altezza del materiale:____________________

2 - Condizioni del materiale: superficie esterna

[] Presenza di rotture evidenti con asportazione di materiale
[] Presenza di sfaldamenti, crepe, rotture superficiali
[] Presenza di detriti friabili negli scoli d'acqua e/o nei canali di gronda
[] Fibre affioranti che si liberano strofinando manualmente la superficie

3 - Condizioni del materiale: superficie interna (se a vista)

[] Presenza di rotture evidenti con asportazione di materiale
[] Presenza di sfaldamenti, crepe, rotture superficiali
[] Presenza di impianti o altre installazioni ancorati direttamente nel cemento-amianto
[] Fibre affioranti che si liberano strofinando manualmente la superficie

Cause presumibili del danneggiamento:
[] Degrado del materiale
[] Interventi sulle strutture o sugli impianti
[] Cause accidentali o vandaliche
[] Altre:______________________________

Note:

94A7235

DOMENICO CORTESANI, *direttore*

FRANCESCO NOCITA, *redattore*
ALFONSO ANDRIANI, *vice redattore*

(6652468) Roma - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato - S.

* 4 1 1 2 0 0 2 8 8 2 9 4 *

L. 5.600